

## Die Hafenanlagen in Prag.

Vortrag, gehalten in der Plenarversammlung am 21. Februar 1891, vom k. k. Oberbaurath **Ritter v. Scheiner**.  
(Hiezu Tafel XXIV u. XXV.)

Die Elbe ist in Böhmen von Melnik bis Herrenschrotschen an der Landesgrenze regulirt und dass diese Regulirung in wünschenswerter Weise gelungen ist, kann daraus ersehen werden, dass heute in dieser regulirten Strecke, je nach den Wasserständen, Kähne von 6—15.000 Zoll-Centner anstandslos verkehren. Man kann in Aussig sehr häufig sehen, dass bis zu 75 Waggon Kohle in einen Kahn verladen und darin elbeabwärts gebracht werden. Nach dem Ausweise über den Schiffahrtsverkehr, sind im vorigen Jahre 50 $\frac{1}{4}$  Millionen Zoll-Centner Waare auf der Elbe verfrachtet worden, worunter freilich Aussig allein mehr als 30 Millionen Zoll-Centner Kohle transportirt.

Welchen Aufschwung die Schifffahrt nach Regulierung der Fahrstraße genommen hat, ist aus der Anlage der Umschlagsplätze am besten zu ersehen.

An der österreichischen Elbe hat derzeit

Aussig eine Ladestrecke von . . 4170 m  
  . . 1400 m

Aussig eine Ladestrecke von . . . . . 1400 m  
 Schönpriesen von . . . . . 1550 m

somit zusammen  $\cdot 5570 \text{ m}$

Nach Fertigstellung des neuen zweiten Hafens in Aussig kommen hiezu noch weitere 1800 m, so dass also Aussig-Schönpriesen über eine Ladelänge von 7370 m disponirt.

Hierbei stehen in Aussig: 1 Handkrahne mit 4000 kg  
und 3 Dampfkrähne mit zusammen 5500 kg und in Schön-  
priesen 2 Dampfkrähne mit zusammen 6000 kg in Ver-  
wendung.

Der Schönpriesener Umschlagsplatz besitzt zur Lagerung von Gütern zwei Schuppen mit je 600 m<sup>2</sup> Grundfläche und ein vierstöckiges Lagerhaus mit 1000 m<sup>2</sup> in Benützung. Die Länge von 740 m und

Rosawitz entwickelt eine Ladelänge von 140 m. Laube mit seinem großartigen Verkehre hat eine Ladestrecke von 2200 m Länge, auf welchem für den Güterumschlag allein 12 Dampfkrähne zu je 2000 kg Tragfähigkeit in Thätigkeit gesetzt sind.

Es war daher begreiflich, dass der Wunsch erhoben worden ist, wenigstens mittlere Kähne von der Elbe nach Prag verkehren zu lassen. Gefällsbrüche, die sich in der Moldau zwischen Prag und Melnik befinden, machen die Legung der Kette nothwendig. Die Einführung der Ketten-schiffahrt erfordert jedoch eine gründliche Regulirung des Flusslaufes.

Ich muss hier mit ausserordentlicher Dankbarkeit aussprechen, dass die hohe Regierung mit großer Munificenz

jene Anträge, die gestellt wurden, um diesen Zweck zu erreichen, genehmigt hat. Herr Ministerialrath Rössler hat sich an Ort und Stelle von der Nothwendigkeit der beantragten Maßnahmen überzeugt, und ich muss ihm danken, dass er dieselben in Anerkennung ihrer Wichtigkeit und Zweckmäßigkeit den hohen Behörden zur Kenntniss gebracht hat.

Die Regulirung ist in den letzten fünf Jahren ausgeführt worden und zwar mit einem Kostenaufwande von rund 717.000 fl. Wir sind jetzt mit der Regulirung der Moldau fertig und waren in der Lage, im Monat September 1890 die Kette zulegen. Leider haben die Hochwässer im gleichen Monate, welche Böhmen so viel Unheil gebracht, auch unsere Fahrstraße schwer geschädigt. Bauwerke, welche Jahrzehnte dem Anpralle des Eises und der Hochwässer Widerstand geleistet hatten, wurden durch massenhaft herabgeschwemmtes Langholz zerstört, und wir werden im heurigen Jahre viel zu thun haben, um die Flussstrecke wieder in Ordnung zu bringen.

Die Kettenlegung hat vorausgesetzt, dass der Schiffsahrts-Verkehr nach Prag sich heben wird. Es ist daher für den erforderlichen Schutz für Schiffe und für Umschlagplätze zu sorgen. Die Handelskammer und die Stadtgemeinde von Prag haben diesbezüglich der hohen Regierung Petitionen überreicht, die von dem Landesaussschusse und dem Landtage von Böhmen kräftigst unterstützt wurden.

Zur Berathung der Anträge, welche vom technischen Departement an das hohe Ministerium gestellt worden waren, wurde eine Enquête nach Prag einberufen. Obwohl die Beschlüsse dieser Enquête, welche auf Grund der Anträge eines technischen Comités gefasst wurden, in der Wesenheit bekannt sein dürften, muß ich hier auf dieselben zurückkommen, weil sich meine Projecte auf dieselben basiren.

Das Resumé des technischen Comité's lautete:

1. Auf der Holeschowitzer Haide ist in dem, mit dem Namen „Na Maninách“ bezeichneten Ortsriede ein 2<sup>m</sup> tiefer, vor Hochwasser und Eisgang entsprechend geschützter Schutz- und Verkehrshafen u. zw.

a) für 150—200 Elbfahrzeuge zu errichten und mit einer 3 m über Normalunterwasser liegenden Umschlagsstation zu vereinigen, welche durch eine Hafenbahn mit der möglichst grossen Anzahl der in Prag einmündenden Staats- und Privatbahnen in geeignete Verbindung gebracht werden soll;

k) der Hafen ist ferner so anzulegen, dass eine Erweiterung desselben bei eintretendem Bedarfe anstandslos erfolgen kann. In dem Project ist auf eine Verbindung des Hafens mit dem Oberlaufe des Flusses Rücksicht zu nehmen. Nach erfolgter Erweiterung sollen die Hafenbassins im Stande sein, 400 Elbekähne à 500 m<sup>2</sup> durchschnittlicher Grundfläche bequem aufzunehmen.

2. Die regulirte Moldaustrecke in Karolinenthal ist durch einen im Wasserspiegel 36 m breiten, bei Normalwasser 2 m tiefen, zwischen der Hetzinsel und der Rohanschen und Kroneninsel gelegenen Schifffahrtskanal, in welchem zur Ueberwindung des Gefalles des Helmer Wehrs eine Kammerschleuse eingebaut werden muss, mit der Helmer Haltung, und diese gleichfalls durch eine Kammerschleuse mit der Neumühlen-Haltung in zweckmäßige Verbindung zu bringen.

3. Die Verbindung dieser letzteren Haltung mit der obersten-südlichen Prager Haltung ist gleichfalls durch zwei Kammerschleusen, welche in dem Brückenmühlwehr, beziehungsweise Schitkauer-Wehr eingebaut werden, zu bewirken.

4. Die sämtlichen Kammerschleusen sind einschiffig, nach der besten modernen Type, in einer nutzbaren Länge von 65 m mit einem Zwischenthorpaar auf 48.5 m Kammerlänge, einer Thorweite von 9 m und einer Tiefe von 2 m vom Normal-Unterwasser bis zum Drempe herzustellen und in den Wehren so zu situiren, dass die Schiffe jederzeit bequem und sicher ein- und ausfahren können.

5. Die festen Wehre sollen vorläufig in Berücksichtigung der eigenthümlichen Wasserrechtsverhältnisse beibehalten werden, doch ist bei der Projectirung der Kammerschleusen auf eine eventuelle spätere Ersetzung der festen Wehre durch bewegliche Wehre Rücksicht zu nehmen.

6. Auf der Kaiserwiese in Smichow ist 3 m über Normale eine Umschlagsstation für die k. k. österreichischen Staatsbahnen, ferner für die böhmische Westbahn und Buschtiehrader Bahn zu errichten und mit den genannten Bahnen durch ein Uebergabs- und Uebernahmsgeleise zu verbinden.

Der bestehende Podoler Hafen ist durch Baggerung auf 2 m unter Normale zu vertiefen und durch Erhöhung des Schutzdammes hochwasserfrei einzurichten. Im Bedarfsfalle wäre eine Adaptirung des oberhalb dieser Stelle liegenden zweiten Hafens zum Zwecke der sicheren Ueberwinterung von Schleppschiffen anzustreben.

7. Der bestehende Karolinenthaler Hafen ist thunlichst zu erweitern und mit zweckmäßigen Landungsplätzen zu versehen.

8. Innerhalb der Stadt Prag und zwar insbesondere in der Neumühler Haltung ist durch Anlage von Treppenkais innerhalb der bereits bestimmten Ufergrenzen eine vortheilhafte Verbindung zwischen Fluss und Stadt anzustreben und für die zweckmäßige Abwicklung des Verkehrs durch Anlegung von zahlreichen, nach den besten Mustern construirten Landungsplätzen Sorge zu tragen.

9. Die sub 1., 2., 7., 8. angeführten Bauten wären gleichzeitig und so rasch als möglich auszuführen und baldigst darauf auch die sub 3 und 6 bezeichneten Herstellungen in Angriff zu nehmen.

Die Erwerbung des für die Erweiterung der Holeschowitz Hafenanlage und für die Herstellung der Umschlagsstation in Smichov nothwendigen Grundes wäre rechtzeitig vorzusehen.

Nachdem diese Beschlüsse vorlagen, habe ich mir die Ermächtigung erbeten, die zur Verfassung eines Projectes nöthigen Vorarbeiten vornehmen zu lassen, ohne damit der Entscheidung, wer das Project machen wird, vorzugreifen. Es wurden so die hydrotechnischen und geodätischen Aufnahmen der ganzen Flussstrecke durchgeführt und Bohrungen vorgenommen, um bezüglich der Fundirung der verschiedenen Bauwerke Klarheit zu erhalten. Während dieser Zeit tagte der Congress in Frankfurt a. M. Die hohe Regierung in der Erkenntnis, dass bei dem Congresse Fragen behandelt werden, die für Prag von Wichtigkeit sein werden und Anwendung finden könnten, hat mich und Herrn Ingenieur Mrasick bestimmt, dem Congresse beizuwohnen. Ich habe mir gleichzeitig die Ermächtigung erbeten, nach Abschluss des Congresses eine weitere Studienreise nach den nahe gelegenen Binnengewässern vorzunehmen und habe ich den Main, Rhein, Neckar und die Anlagen in Ruhrort bereist, an welcher Reise noch zwei Ingenieure des von mir geleiteten Departements theilgenommen haben. Ich muss hier mit wirklicher Dankbarkeit erwähnen, dass ich von den Behörden, sowohl der Regierung, als den städtischen Behörden von Wiesbaden, Frankfurt, Mannheim und Mainz in der liebenswürdigsten Weise bei diesen Studien unterstützt wurde, und ich bin auch mit reichem Material von dort zurückgekehrt. Nach meiner Rückkehr sind die Beschlüsse der Enquete von dem hohen Ministerium genehmigt worden und es erging an mich der Auftrag, das Project zu verfassen.

Ich war in der glücklichen Lage, dass die Vorarbeiten bereits vollendet waren, und ich konnte sofort mit der Projectverfassung beginnen. Dass ich in der Lage war, in der kurzen Zeit von 10 Monaten diese umfangreiche Arbeit zu beenden und das Project vorzulegen, verdanke ich den Ingenieuren meines Departements, die mich hiebei unterstützten, und ich halte es für meine Verpflichtung, hier insbesondere die Ingenieure Mrasick, Mayer und Machulka als meine Mitarbeiter zu nennen.

Nachdem das Project fertiggestellt und vorgelegt war, hielt ich es für wünschenswert, dass dasselbe auch an Ort und Stelle geprüft werde, weil jeder von uns weiss, dass solche Projecte am grünen Tische sich schwer beurtheilen lassen. Das hohe Ministerium hat meinen diesbezüglichen Antrag genehmigt, und ich wiederhole hier nochmals den Namen des Herrn Ministerialrathes Rössler, welcher sich mit großer Mühe der Aufgabe widmete, das Project seinen localen Verhältnissen nach und in technischer Richtung zu prüfen, worauf dessen Genehmigung erfolgte.

Ich gehe nun daran, die einzelnen Theile des Projectes zu erörtern und beginne mit dem Holeschowitz Hafen.

Das Plateau, welches für die Anlage des Hafens bestimmt ist, bildet zwei Terrain-Abstufungen. Der obere Theil ist vollständig hochwasserfrei und wurde weder vom Hochwasser des Jahres 1845 noch von dem des vorigen Jahres erreicht. Dazwischen ist eine Mulde, welche benützt werden konnte, um die Achse des Hafens hineinzu legen, was deshalb günstig ist, weil dadurch jedenfalls die Erdbewegung vermindert wird. Was die Form des Hafens anlangt, so brauche ich es wohl nicht näher zu begründen, dass die langgestreckte Form jedenfalls die zweckmäßigste ist, weil dadurch so viel als möglich Ausladungsstrecken gewonnen werden. In Bezug auf die Breite der Hafenanlage waren mir die Anlagen die heute schon bestehen, die Hafen in Aussig, Riesa, Frankfurt a. M., Mainz und Mannheim maßgebend. Nur der einzige Hafen in Mannheim, der heute der größte Binnenschiffahrtshafen ist, hat eine größere Breite als 100 m, während der Elbe-Hafen in Riesa nur eine Breite von 60 m, der von Frankfurt a. M. eine solche von 75 m und beide Häfen in Aussig eine Breite von 100 m haben. Dementsprechend wird auch für Prag eine Breite von 100 m genügen. Der Hafen ist so angelegt, dass er heute 150 bis 170 Schiffe aufnehmen kann.

Es ist aber für eine Erweiterung um 250 m Länge vorgesorgt, so dass dann 200 mittlere Elbekähne im Hafen Platz finden werden. Sollte, was ich Prag lebhaft wünsche, noch eine größere Erweiterung notwendig sein, so lässt sie sich dadurch erzielen, dass der Schutzdamm abgetragen, als Molo behandelt und dann ein zweites Bassin angeschlossen wird. Wir haben es hier mit Inundations-Verhältnissen zu thun, die uns bei eventueller Erweiterung viel Sorge machen dürften. Wie aus der Situation (Taf. XXIV) zu ersehen ist, theilt sich der Moldafluss bei Lieben in zwei Theile, wovon der östliche gelegene die regulirte Strecke, und der westliche den sogenannten „todten Arm“ bildet, welcher aber für die Ab- und Abführung der Hochwässer, die sich auf das überbreite Inundationsgebiet erstrecken, von großer Bedeutung ist.

Die Zeichnungen (Taf. XXIV) geben ein deutliches Bild von der Anlage des Hafens selbst. Der Schutzdamm wird rund 6.5 m hoch über das Normalwasser sein, so dass das größte Hochwasser, welches wir in Prag haben, ihn nicht überschreiten wird. Dieser Damm wird eine Zufuhrstraße erhalten, damit alle leicht entzündbaren Stoffe, wie Petroleum und dergleichen in die am Ende des Schutzdammes befindlichen Depôts gebracht und gelagert werden können, nachdem in allen größeren Häfen dafür vorgesorgt ist, dass die leicht entzündlichen Stoffe nicht unmittelbar im Hafen liegen, sondern so situirt sind, dass bei einem Brande die übrigen Schiffe nicht in Gefahr kommen.

Der Hafen selbst hat einen hochwasserfreien Kai und wurde die Hafenanlage in dem generellen Querprofile (Fig. 2, Taf. XXIV) ideal dargestellt, wie sie sich einmal repräsentiren könnte. Sie sehen auch schon einen Locomotivverkehr dargestellt. Und da gar kein Anstand vorliegt, dass die Regulirung des Flusses unterhalb der Hafenausmündung noch weiter gegen Troja zu fortgesetzt wird, so wurde auch diese Strecke entsprechend geregelt und der abzubauen Grund als auf 3.0 m Höhe angeschüttet gedacht, weil es nothwendig war, für Rohmaterialien, für Holz u. s. w. einen Umschlagplatz

zu gewinnen. Vor den Lagerhäusern ist eine Kaimauer von 6.5 m Höhe projectirt. Dieselbe eignet sich ihrer geringen Höhe wegen für kleinere Wasserstände zur Verladung besser. In der weiteren Fortsetzung des linken Ufers ist in und außerhalb des Hafens nur eine gepflasterte Böschung projectirt.

Die Kaimauern sind alle auf Beton fundirt und aus Bruchsteinen; nur der untere Theil, soweit das Normalwasser reicht, hat eine Quaderverkleidung.

Für den mit der Ausübung der Hafenpolizei und sonstigen Ueberwachung zu betrauenden k. k. Hafenmeister ist ein eigenes Wohn- und Amtsgebäude in Antrag gebracht worden. Der Rangirbahnhof des Hafens soll vorläufig mit der Linie der Staatseisenbahn-Gesellschaft, beziehungsweise mit der Buschtehrader Eisenbahn verbunden werden. Ein Geleise geht zum Rangirbahnhofs, das andere läuft in den Hafen ein, wo der Damm eine Durchfahrt bekommt, welche durch ein Einfahrtsthor geschlossen werden kann, um das Einströmen des Hochwassers zu verhindern.

Es ist in der Enquête auch die Frage aufgeworfen worden, in welcher Weise die Staatsbahnen — die Franz Josephsbahn und die zweifellos in die Staatsregie bald übergehende böhm. Nordbahn — zum Hafen gelangen werden. Ich kann nicht sagen, dass ich darüber Studien gemacht habe; ich war auch vorläufig dazu nicht aufgefordert und verpflichtet, ich glaube aber, dass vom rechten Ufer aus über die Holeschowitz Haide eine Verbindung mit dem Hafen, respective dem Geleise der Staatsbahn wird hergestellt werden können. Diese Frage ist vorläufig unentschieden geblieben und wird dann erst erörtert werden müssen, wenn einmal von Seite der Staatsbahnen die Absicht vorliegt, diese Anlage zu benützen.

Es ist von der Enquête auch beschlossen worden, dass auf eine Verbindung des Hafens mit dem südlichen Theile der Moldafluss-Serpentine und zwar nach flussaufwärts jedenfalls vorbedacht werden soll. Ich habe diesen Kanal jedoch nicht in das Project einbezogen, weil er meiner Ueberzeugung nach nicht zulässig erscheint. Nachdem eine Differenz von nahezu 2 m zwischen den beiden zu verbindenden Wasserspiegeln besteht, müsste unbedingt eine Kammerschleuse errichtet werden. Bei den Eismassen und Hochwässern, wie solche in Prag auftreten, wäre eine Kammerschleuse, welche quer gegen die Stromrichtung bei Hochwasser zu liegen käme, Einwirkungen ausgesetzt, denen sie nicht widerstehen würde, abgesehen davon, dass der Schiffahrtskanal durch Eis und Schotter vertragen würde. Diese Anlage wäre nur möglich, wenn kein Schutz für diesen Kanal geschaffen würde, sobald aber ein Schutzdamm in das Inundationsprofil gestellt werden würde, müsste das Hochwasser gegen Karolinenthal und Lieben zu gedrängt werden. Diese zwei Gründe waren wichtig genug, um mich zu bestimmen, diesen Kanal in das Project nicht aufzunehmen. Im anderen Falle hätten also die Schiffe von Süden aus in den Hafen einlaufen können. Sind diese bereits beladen, so haben selbe im Hafen nichts mehr zu suchen, während die von der unteren Strecke einlangenden Fahrzeuge ohnehin direct in den Hafen gelangen werden; die flussabwärts gehenden Schiffe werden aber den Hafen trotzdem

viel rascher erreichen, als wenn selbe erst durchgeschleust werden müssten und in Mannheim zum Beispiel benützen die Schiffer die Einfahrtsschleuse nur ungern. Um aber die Stagnation des Wassers bei kleinen Wasserständen zu vermeiden, wurde zur Durchspülung des Hafens ein eigener Kanal beantragt.

Die Gesamt-Cubatur des Holleschowitzter Hafens beträgt rund 524.000 Cubik-Meter.

Ich gelange nunmehr zur Besprechung des Karolinenthaler Hafens. Derselbe steht schon seit dem Jahre 1822 in Benützung, und wird durch den Abfluss der Mühluntergräben der ehemaligen Sašek'schen Mühlen gebildet. Er hat sich bis jetzt außerordentlich bewährt, selbst bei den größten Hochwassern haben die Schiffe dort Schutz gefunden; wenn auch ein hoher Wasserstand eingetreten ist, war das Wasser immer ruhig und selbst im September vorigen Jahres konnten sowohl Elbekähne, als auch andere Schiffe dort ruhig anlegen. Die Erweiterung des Hafens ist meiner Ansicht nach eine dringende Nothwendigkeit, weil dieser Hafen von den Schiffahrts-Gesellschaften, welche daselbst bereits Lagerhäuser besitzen, bis jetzt sehr gesucht wurde, in der gegenwärtigen Gestalt jedoch nicht mehr fortbestehen kann. Der Hafen ist trotz aller Baggerungen die vorgenommen wurden, sehr vertragen und namentlich auch zu schmal. Es handelt sich also um eine Erweiterung des Fassungsraumes, sowie Vergrößerung der Landungsfähigkeit, wozu die Herstellung von Treppen-Kais oder Abfahrtsrampen nöthig ist.

Der Hafen wird sowohl verbreitert als auch vertieft werden. Auf dem Ober-Kai erscheint ein Krahngleise beantragt, welches vorzugsweise für Stückgüter benützt werden soll. Mit der österreichischen Nordwestbahn, der das Grundstück auf der Rohan'schen Insel gehört, habe ich die Vereinbarung getroffen, dass selbe den erforderlichen Grund abtritt, denn gegenwärtig besteht der Hafen in einer Breite von 22 bis 29 Meter, welche nach dem Projecte auf eine mittlere Breite von 35 Metern erweitert und bis auf 1.8 m bei Nullwasser vertieft werden soll. Dementsprechend würde dieser Hafen anstatt 12 Kähne, 29 bis 36 große Elbe- oder 41 Kanalkähne zu bergen im Stande sein.

Der zu bewältigende Aushub beträgt 54.000 Cubik-Meter.

Ich komme nun zum dritten Theile des Projectes, dem Schiffahrtskanale, welcher sich von Karolinenthal bis in die Neumühlwehrhaltung erstreckt. Dieser ist deshalb interessant, weil die Frage eines Schiffahrtskanales, durch welchen also die Schiffe bis in das Weichbild von Prag gelangen können, bereits die Fürsorge Kaiser Josef II. im Jahre 1784 gebildet hat. In diesem Jahre hatte die damals bestandene Hofkanzlei über allerhöchsten Auftrag das böhmische Landesgubernium angewiesen, die Durchschiffung von Prag in ernste Erwägung zu ziehen — „weil es nicht angeht, dass die Waaren nur bis nach Carolinenthal gelangen, und nach Prag verfrachtet werden müssen, und umgekehrt.“

Nun, nach mehr als 100 Jahren sind wir dazu gekommen, dass der Wunsch des damaligen Herrschers zur Ausführung gelangt. Dieser Theil ist also der wichtigste

des Projectes, und war auch besonders schwierig. Es treten hier Verhältnisse auf, die vielleicht gar nirgends vorkommen.

Wir haben die Aufgabe zu lösen, die bestehenden Wasserwerke nicht zu alteriren. Wer mit Müllern zu thun gehabt hat, weiss aus Erfahrung, dass Techniker, wenn sie mit ihren Rechnungen und Darstellungen kommen, bei Müllern wenig Glauben finden. Ein Tropfen Wasser ist oft Gegenstand langer Einwendungen. Wir mussten daher Alles aufwenden, um mit denselben nicht in Collision zu kommen. Die Müller haben bei den Verhandlungen in der Enquête erklärt, dass sie dem Unternehmen nicht die geringste Schwierigkeit bereiten werden, wenn sie nicht geschädigt werden. Ich habe die Sache so arrangirt, dass ich zwei Vertrauensmänner eingeladen habe, zu mir zu kommen, bevor die wasserrechtliche Commission durchgeführt wird, um die Angelegenheit ihnen aufzuklären, und den Weg für weitere Verhandlungen zu ebnen.

Nach meiner Ueberzeugung konnte ich auf Grund der Studien behaupten, dass wir die Müller nicht schädigen werden, und so wie das Project des Schiffahrtskanales gedacht ist, glaube ich, dass es möglich sein wird, mit den Müllern glatt wegzukommen.

Eine andere Angelegenheit, welche ebenfalls Gegenstand eingehender Erwägungen und Verhandlung mit der theilnehmenden k. k. priv. Staatseisenbahn-Gesellschaft war, ist die nothwendige Sicherung des den künftigen Schiffahrtskanal mit einer Oeffnung, beziehungsweise zwei Pfeilern übersetzenden steinernen Viaductes. Durch die Ausbaggerung der Flusssohle an dieser Stelle, welche sich auf die ganze Breite der Durchfahrtsöffnung erstrecken muss, werden die bestehenden zwei Pfeiler theilweise entblößt und kommen die noch spärlich vorhandenen Bürstenkränze derselben auch wegen ihrer geringeren Tiefe kaum in Betracht. Es war daher geboten, behufs Verhinderung jeder Unterwaschung und Gefährdung der Pfeiler eine ausgiebige Sicherung derselben vorzunehmen. Zu diesem Behufe wurde eine Ausbetonirung der künftigen Sohle und zwar sowohl in Form eines Kranzes um die zwei Pfeiler, als auch zwischen denselben innerhalb Fangdämmen in der Stärke von 1.0 m projectirt, welche Betonirungen behufs Erhaltung des Wasserabflusses von den Helmer Mühlen partienweise ausgeführt werden müssen.

Was die Anlage des Schiffahrtskanales selbst betrifft, so war eine andere Durchführung nicht wohl möglich. (Taf. XXV.) In den Hauptfluss kann derselbe nicht gelegt werden, weil dieser Arm die Hochfluthen abzuleiten hat, andererseits die felsige Beschaffenheit der Flusssohle es auch nicht rathsam erscheinen ließ; schliesslich aber in dem Hauptarme die unbehinderte Ausübung der Holzflössung, welche von großer national-ökonomischer Wichtigkeit ist, nach wie vor erhalten bleiben muss. Es musste also der Kanal in den bestehenden Flussarm zwischen der Hetz- und Kroneninsel einerseits und der sogenannten Rohan'schen Insel andererseits, auf welcher sich gegenwärtig der Rangir- und Frachtenbahnhof der österreichischen Nordwestbahn befindet, gelegt werden.

Auf die Schwierigkeit der Durchführung desselben will ich schon jetzt aufmerksam machen. Die technische Lösung



ergab sich insbesondere deshalb als eine sehr schwierige, weil die projectirten Anlagen in drei verschiedenen Stauspiegeln eingebaut werden müssen, ohne dass hiedurch die Wasserbezugsverhältnisse der Mühlen und des städtischen grossen Wasserwerkes beeinflusst werden dürfen. In zweiter Linie waren die Verhältnisse des Flusses bei Hochwasser maßgebend.

Wir haben es hiernach mit drei Mühlenwerken, den Neu-, den Schiff- und den Helmer Mühlen und dem großen Wasserwerke der Stadtgemeinde Prag zu thun. In Betreff der Neumühlen muss der Wasserbezug für die Schleusung derart durch eine zweckmäßige Schleusenordnung geregelt werden, dass der Verbrauch gegenüber dem Consum des für die Floss- und Schifffahrt dienenden Wehrdurchlasses nicht größer ausfalle.

Die ferner in Betracht zu ziehenden Schiffmühlen beziehen ihr Wasser aus der zweiten, unterhalb der Neumühlen und des städtischen Wasserwerkes gelegenen Haltung, welche durch das gegenwärtige, in geknickter Form sich hinziehende sogenannte Streichwehr nördlich begrenzt wird. Der projectirte Kanal durchschneidet dieses Bassin, welches einen Wassersammler für diese Mühlengruppe bildet. Der Behufs Erhaltung der vollen Wasserkraft war es somit nothwendig, hier die Stau- und Abflussverhältnisse nicht zu ändern, da anderenfalls die Müller vollständig Recht gehabt hätten, zu protestiren.

Vor Allem musste daher ein ebensolches Streichwehr, wenn auch in anderer Form, so doch in gleicher Höhe und Länge wie das bestehende beantragt werden, um bei steigendem Zuflusse nicht etwa einen Rückstau für die Neumühlen hervorzurufen.

Für den in Wegfall kommenden Theil des alten Bassins musste ebenfalls Ersatz geboten werden. Es wurde daher projectirt, die in das gegenwärtige Bassin vortretende Spitze der Kroneninsel bis auf 1.0 m Tiefe abzutragen, so dass ein gleich grosses Bassin, wie das frühere, wieder hergestellt wird.

Eine weitere Fürsorge war auf den Ablauf der Helmer Mühlen gerichtet, welche bei Normalwasser etwa 20 m<sup>3</sup> Wasser haben. Das Wasser, welches von den Helmer Mühlen kommt, würde sich mit grosser Geschwindigkeit in den Kanal stürzen und die Schifffahrt hemmen. Aus diesem Grunde, und damit die bestehenden Rechtsverhältnisse der Müller aufrecht erhalten werden, haben wir zur Fixirung des Unterfluswassers dieser Mühlengruppe ein sogenanntes Grundwehr angelegt. Hier wird bei einem Gefälle von 1.7 m eine Wasserkraft von etwa 400 Pferdekraft gewonnen, die seinerzeit entweder für hydraulische Betriebsanlagen oder sonstige technische Zwecke und industrielle Anlagen bringend verwertet werden kann. In der Kanalstrecke zwischen der Hetz- und Kroneninsel befindet sich die erste Kammerschleuse, im Neumühlwehr die zweite Schleuse. Beide waren mit Rücksicht auf die Verhältnisse, wie sie die Mühlwerke erfordern, nothwendig. Die Verlegung des bestehenden Weges auf der Kroneninsel wurde deshalb beantragt, weil der Weg in dieser Form nicht benützt werden konnte, da die eiserne Brücke, die wir auch anlegen müssen, hochwasserfrei sein muss, und die Entwick-

lung der Rampen wegen der Höhenlage der Gebäude und der ungünstigen Form und Breite auf der Hetzinsel nicht thunlich war. Es musste hiernach eine günstigere Stelle für die Uebersetzung gewählt werden, wie dies im Projecte ersichtlich ist. Anstoßend an die erste Kammerschleuse wurde ein Vorhafen projectirt, welcher den Zweck hat, dass die Schiffe, welche zur Schleusung kommen oder gehen, sich hier aufhalten können; derselbe ist so groß, dass sich mehrere Schiffe und zwar sechs größere oder neun kleinere Elbefahrzeuge daselbst aufhalten können, und ich glaube, dass es wohl auch dazu kommen wird, dass die industriellen Werke der Nachbarschaft den Hafen benützen werden, um hier zu laden und zu löschen.

Für das bereits früher erwähnte Streichwehr, das hier angelegt wird, bestehen zwei Projecte. Es ist ein hölzernes Wehr und eines aus Eisen projectirt. Wir werden uns wahrscheinlich für das Eisen entschliessen, weil es mit der Dauerhaftigkeit im Einklange steht.

Was die Kammerschleusen betrifft, so haben wir uns ähnlicher Mittel bedient, wie selbe am Main angewendet werden. Diese Anlagen am Main werden anerkanntermaßen als vorzüglich bezeichnet. Die Schleusen werden mit eisernen Thoren, Thorschützen und Umläufen mit Drehschützen ausgerüstet; sie werden vom Hochwasser überströmt, nachdem von der Aufführung der Schleusenhäupter über den höchsten Wasserstand wegen der damit verbundenen Uebelstände, wie der zu großen Höhe der Thore, Umgang genommen wurde.

Ich nehme keinen Anstand, die Schleusen den Einwirkungen der Hochwässer und des Eises auszusetzen, nachdem wir in Böhmen sowohl an der Sazawa wie an der Moldau, oberhalb Prag, Granite besitzen, welche bei ausserordentlicher Dichte (spec. Gewicht 2.7) ebenso große Härte und Wetterbeständigkeit besitzen. Wir sind daher in der glücklichen Lage, das anerkannt beste Material für das Schleusenmauerwerk in Anwendung bringen zu können.

Ich erlaube mir bei diesem Anlasse auf die bereits früher von mir in der Vereins-Zeitschrift beschriebene Kammerschleuse bei Zupanowitz an der Moldau hinzuweisen, welche nach den neuesten Forschungen im Jahre 1725 von Professor Schorr an der bestandenen Ingenieurschule in Prag erbaut wurde. Diese, also seit nahe 170 Jahren bestehende Kammerschleuse, welche seit Gedenkens nicht mehr in Function, und allen Einflüssen des Hochwassers und dem Eisstoße preisgegeben war, hat sich während dieser langen Zeit bis gegenwärtig trotzdem, und zwar Dank des hiezu verwendeten Materials, so vorzüglich erhalten, dass bis heute das Mauerwerk nahezu unversehrt geblieben ist. Nur an der Wasserseite haben Unterwaschungen stattgefunden. Ich habe dieses Bauwerk wieder in Stand setzen lassen, um es als Denkmal der früheren Hydrotechnik für die weitere Zukunft zu erhalten.

Die projectirten Schleusen (Fig. 7—11, Taf. XXV) erhalten im Unterhaupte zwei Thorpaare, und zwar eines für eine nutzbare Länge von 48.5 m, das zweite auf eine nutzbare Länge von 65 m, welche für die verschiedenen Längen der zur Schleusung kommenden Fahrzeuge (Budweiser Moldauzillen und Elbekähne) behufs möglichster Oekonomie im Wasserverbrauche

gewählt wurden. Die Weite in den Thoren beträgt bei beiden Schleusen 9 m und die Tiefe ober dem Drempel bei Nullwasser 2.0 m. Das Gefälle der Schleuse bei der Hetzinsel beträgt 2.877 m, jenes bei der oberen Schleuse dagegen nur 1.54 m, ausserdem unterscheiden sich beide Schleusen auch noch dadurch, dass die obere keinen Drempelsprung besitzt, während bei der unteren ein solcher angewendet wurde. Es musste dies aus dem Grunde erfolgen, weil sonst zwischen den beiden Schleusen sehr tiefe Baggerungen hätten vorgenommen werden müssen, welche einestheils mit grossen Kosten verknüpft, andererseits aber für die Zukunft nicht zu erhalten gewesen wären.

Bei der Hetzinsel ist in Verbindung mit der Schleuse ein Nadelwehr projectirt worden, welches umgelegt wird, um die Hochwässer durchzuführen. (Fig. 4—7, Taf. XXIV.) Dass die Gründung dieser Schleuse eine sehr schwierige sein wird, geht daraus hervor, nachdem die Wassertiefe daselbst über 6 m ist. Es ist beantragt gewesen, die Fundirung mit Fangdämmen durchzuführen; die sich ergebenden Schwierigkeiten waren aber derartige, dass bereits mit dem Vertreter der Unternehmung das Uebereinkommen getroffen wurde, eine Caissonfundirung auszuführen. In Bezug auf die innere Einrichtung dieser Schleusen haben wir uns auch an die Vorbilder am Main gehalten, natürlich wie schon früher bemerkt, unter Berücksichtigung der localen Verhältnisse. Hier glaube ich noch aufmerksam machen zu sollen, dass das Helmer Wehr durchschnitten und in die Hetzinsel spitze eingebunden wird. Es besteht gegenwärtig im Helmerwehr ein Durchlass für Flösse, welcher auch weiterhin verbleiben und der Flossfahrt dienen wird.

Es wird daher in Hinkunft der Hauptarm für die Flösse allein benützt werden, während die Schifffahrt auf den Kanal angewiesen ist. Bei den Berathungen der Enquête wurde beantragt, behufs besseren Verschlusses der Wehrdurchlässe Trommelwehre anzuwenden. Dieser Antrag ist jedoch bei dem Projecte nicht berücksichtigt worden, und zwar aus mehreren Gründen, die die Herren gewiss würdigen werden. Wir haben in Prag in der Moldau eine ausserordentlich starke Geschiebeführung; dass Geschiebe und namentlich das feinere Geschiebe, Trommelwehre ausser Function setzen, haben wir in Charlottenburg gesehen; ferner würde die Herstellung und Reparatur des Trommelwehres die jedesmalige vollständige Einstellung der Flossfahrt bedingen. Abgesehen von den Kosten und Schwierigkeiten, welche die Anordnung der Trommelwehre bei der felsigen Beschaffenheit des Untergrundes überhaupt verursachen würde, wären diese Trommelwehre bei der exponirten Lage inmitten des Flusses den Einwirkungen des Hochwassers und Eisganges vollständig preisgegeben. An Stelle des Trommelwehrverschlusses wurde vorläufig ein doppelter Verschluss mit sechseckigen Nadeln beantragt, der sehr rasch eingesetzt und entfernt werden kann. Die Frage des Bestandes der Wehre ist bei der Enquête sehr gründlich erörtert worden.

Die Verhältnisse sind in Prag ganz eigenthümlich. Es ist wohl nirgends so schwer, etwas durchzuführen, wie in Prag. Wir haben es mit 48 Wasserwerken zu thun, diese repräsentiren, wenn wir ein Wasserwerk mit nur 60.000 fl. annehmen, einen Wert von rund 5 Millionen Gulden. Ich

bin aber überzeugt, dass sobald wir heute mit Ablösungsanträgen kommen, 10 und 12 Millionen nicht hinreichen. Es haben sich auch schon einige Mühlenbesitzer in dieser Angelegenheit an mich gewendet und sogar 600.000 bis 800.000 fl. gefordert. Es ist also eine Beseitigung der Wehre überhaupt nicht möglich, abgesehen davon, dass doch die Situation von Prag, die ja wirklich schön genannt werden muss, nicht leicht geändert werden kann. Die Wehre bilden aber auch nicht unwesentliche Wasserhaltungen für kleines Wasser. Wir haben manchmal in der Moldau so kleine Wasserstände, dass, wenn man die Moldau unterhalb Prags ansieht, man staunt, dass dies die Moldau ist.

Ich will aber den künftigen Projecten nicht vorgreifen. Die Kammerschleusen werden ja immer an die Ufer gelegt werden müssen und wenn einmal die Wehre geändert werden sollten, können die Kammerschleusen unter allen Umständen fortbestehen. Ich setze nämlich voraus, dass bewegliche Wehre gemacht, dass also diese Wehre senkrecht auf den Fluss gelegt werden.

Wir haben jetzt leider in Prag sehr traurige Erfahrungen bezüglich unserer Brücken gemacht. Die Palackybrücke ist 7.88—9.0 m unter dem Normalwasser fundirt. Die Hochfluth im Monate September 1891 verursachte daselbst nach den Aufnahmen des Ingenieur Machulka Auskolkungen bis zu 6.70 m Tiefe, so dass nur etwa noch 1 m fehlte und die Caissons dieser Brücke wären vom Hochwasser bereits unterspült worden.

Was an unserer alten Karlsbrücke geschehen ist, ist den Herren bekannt. Wenn wir uns nun die Wehre wegdenken, so bin ich überzeugt, dass bei einem Hochwasser von 6 m die Brücken nicht weiter existiren können. Die Fundamente würden blossgelegt werden und es wäre eine derartige Unterwaschung zu befürchten, dass die Brücken überhaupt einstürzen müssten.

Ich will nun noch einige Angaben bezüglich des Geldaufwandes zu diesem Projecte hinzufügen. Der Holeschowitz Hafen ist mit 1,350.000 fl. veranschlagt, die Erweiterung des Karolinenthaler Hafens mit 450.000 fl. und der Schifffahrtskanal mit 1,895.000 fl., zusammen rund 4 Millionen. Es ist dies eine große Summe. Ich kann Ihnen aber zu meiner Freude die Mittheilung machen, dass der Landtag des Königreiches Böhmen beschlossen hat, über Anregung der hohen Regierung einen Beitrag bis zu 2 Millionen zu leisten, die Stadtgemeinde Prag einen Beitrag von rund 180.000 fl. und dass die hohe Regierung in ihrem heurigen Budget die Bereitwilligkeit gezeigt hat, für die weiteren Geldmittel zu sorgen. Der böhmische Landtag hat bereits 400.000 fl. in das heurige Budget aufgenommen, wir sind also in der glücklichen Lage, den Bau beginnen zu können. Ich glaube, dies wird Sie Alle erfreuen. Ich würde auch nicht mit einem Projecte hierher gekommen sein, welches in der Luft schwebt. Projecte werden von uns Technikern, wie sie wissen, viele gemacht; ich bin gekommen, weil ich Sie mit einem Projecte bekannt machen wollte, welches thatsächlich verwirklicht und mit dessen Ausführung im heurigen Jahre begonnen werden wird.

Ich lade Sie nun ein, wenn Sie nach Prag kommen, mich zu besuchen, um Ihnen zu zeigen, wie wir den Bau

führen und es würde mich ausserordentlich glücklich machen, wenn ich es erlebe, dass ich durch die Kammerschleuse mit dem ersten Schiffe hindurch fahre. Es wird auch für Prag ein gerechter Stolz sein, dass es eine Kammerschleuse erhält, wie eine solche in Oesterreich leider nirgends fungirt.

Um noch mitzutheilen, wer den Bau durchführen wird, so erwähne ich, dass wir eine Unternehmung haben, die sich im Verlaufe von vielen Jahren durch Solidität und hervorragende Leistungen bewährt hat. Ich sage dies ganz objectiv und ich wünsche mir, wieder mit dieser Unternehmung zu thun zu haben. Dieselbe steht mit uns noch in einem Vertragsverhältnisse und sie ist nicht bloß verpflichtet, sondern auch berechtigt, alle Wasserbauten an den Reichsflüssen in Böhmen durchzuführen. Bei dieser Gelegenheit will ich noch nach Verdienst den leitenden Ober-Ingenieur der Firma A. Lanna, Herrn Fiegert nennen, weil er in jeder Richtung von dem Streben, Gutes zu schaffen, durchdrungen ist.

Ich habe hiemit in Kürze die Grundzüge des Projektes dargelegt und könnte natürlich noch Vieles über den Gegenstand sprechen. Ich kann aber bezüglich vieler Einzelheiten auf die ausgelegten Pläne verweisen und bin auch gerne bereit, weitere Aufklärungen zu geben, falls solche gewünscht werden.

### Discussion zu vorstehendem Vortrage.

*Professor Oelwein:* Nachdem wir heute seit langer Zeit zum ersten Male einen k. k. Oberbaurath über ein Kanalisirungs-Project, welches bereits genehmigt ist, hier haben sprechen hören, könnte man glauben und wollen wir es auch hoffen, dass die Morgenröthe für die Wasserstraßen in Oesterreich bereits zu dämmern beginnt. Aus diesem Grunde wollen wir unseren Collegen v. Scheiner hier doppelt begrüßen, einestheils weil er dieses von den Staatsorganen verfasste Project zuerst in unserem Verstande zur Sprache brachte, und andernteils, weil er und Ministerialrath Rössler endlich das Eis gebrochen haben, denn bisher haben wir von den meisten, von den Staatsorganen ausgeführten und oft sehr interessanten Bauten nur selten etwas zu hören oder zu lesen bekommen.

In der That zeichnet sich Böhmen durch viele hervorragende Leistungen im Wasserbaufache aus und gehört die Regulirung und Kanalisirung der Moldau in Prag zu den dankbarsten und wichtigsten Aufgaben auf diesem Gebiete.

Die Herren Collegen werden vielleicht noch nicht Alle die heute erschienene Wochenschrift (Nr. 8 ex 1891) ganz gelesen haben und wird es Ihnen daher vielleicht entgangen sein, dass in dieser Nummer die statistischen Verkehrsdaten über die Schifffahrt auf der Elbe im Jahre 1890 veröffentlicht wurden. Ich will nur zwei Zahlen aus diesen Ziffernreihen nennen. Der Verkehr auf der regulirten Elbe hat sich vom Jahre 1889 bis zum Jahre 1890 von 2,174.104 t auf 2,726.296 t, d. i. um 25.1% gehoben. Dies ist eine so gewaltige Ziffer, dass man wirklich, wie ich es auch that, sagen kann, die Ingenieure der k. k. Statthalterei in Prag können auch auf den großen wirtschaftlichen Nutzen stolz sein, den sie durch die ausge-

zeichnete Regulirung und Schiffbarmachung der Elbe der böhmischen Industrie und der heimischen Production mitgeschaffen haben.

Ich habe vor zwei Jahren an der Enquête theilgenommen, die wegen der Kanalisirung der Moldau in Prag getagt hat und bin damals mit dem geehrten Herren Kollegen Scheiner in vielen Punkten in heftiger Opposition gewesen. Heute erkläre ich sehr gerne, dass ich über viele dieser Dinge, nunmehr im Projecte Aufklärungen erhalten habe und dass ich ihm heute in vielen Punkten vollkommen beipflichten kann. Ein Hauptpunkt, der uns zu wiederholten Auseinandersetzungen geführt hat, war der, dass wenigstens ein Theil der alten im Weichbilde der Stadt bestehenden Wehre, welche gegenwärtig alle im alten Zustande belassen werden sollen, nach meiner Ansicht durch bewegliche Wehre hätte ersetzt oder dass wenigstens in diese Wehren weite Grundablässe eingebaut werden sollen. Ich gebe aber gerne zu, dass diese Lösung einen bedeutenden Geldaufwand erfordert hätte und großen Schwierigkeiten seitens der Wasserberechtigten begegnet wäre.

Das Bessere ist aber oft der Feind des Guten. Ich stellte diese Bedingung, um einen möglichst gleichmäßigen Wasserspiegel bei Nieder- und Hochwasser herstellen zu können und um damit jene unleidlichen sanitären Missstände innerhalb der Stadt Prag zu beseitigen, die jetzt in Folge der grossen Wasserschwankungen und festen Wehre herrschen und noch weiterhin herrschen werden. Dies ist aber eine Sache, die nur die Stadtgemeinde sehr nahe angeht, welche daher einzig und allein ein eminentes Interesse hätte, diese Verhältnisse zu saniren. Zur Liebe kann man aber Niemand zwingen. Immerhin wird dies eine Angelegenheit sein, deren Austragung einer späteren Zukunft vorbehalten bleibt, die aber mit der vorliegenden Angelegenheit der Kanalisirung in keinem directen Zusammenhange steht. Die Herstellung des einen Werkes schliesst nicht die nachträgliche Sanirung der Wasserstands Schwankungen aus.

Heute sind die Verluste an Wasser durch die bestehenden Wehre ganz bedeutend; es gehen rund 20 m<sup>3</sup> Wasser per Secunde verloren, die bei solid gebauten Wehren erspart werden könnten. Uebrigens ist diese Angelegenheit jetzt eine Nebenfrage und ich erkläre nochmals, dass ich es ganz begreiflich finde, dass man mit Rücksicht auf die wirklich schwierigen Wasserrechtsverhältnisse, zumal die Kommune Prag auf diese Sanirung der sanitären Uebelstände keinen Wert legt, die alten Wehre bestehen lässt.

Wie ist denn die Frage eines Winterhafens plötzlich aufgetaucht? Bei einem schiffbaren Strome musste jedes zielbewusste Städtewesen sofort die Frage aufwerfen, wohin mit den Schiffen, wenn der Winter kommt und so ist selbstverständlich die Frage des Winterhafens aufgerollt worden, als man sich mit der Schiffbarmachung der Moldau bis und durch Prag beschäftigte. So kam man auf die Idee eines Holeschowitz Hafens.

Wir haben uns auch über diese Anlage bei der Enquête genügend auseinandergesetzt, denn vom Standpunkte unserer Staatsbahnverwaltung ist dieser Hafen keineswegs sehr glücklich gewählt. Die österr.-ung. Staatseisenbahn-Gesellschaft hat es allerdings sehr bequem; sie schafft sich mit einer kurzen

Rampe die Verbindung von ihrem Bahnhofe in Bubna. Wir aber müssen entweder von Lieben aus mit einem Geleise über die Moldau herankommen oder von einer Station der Franz Josefs-Bahn aus eine Verbindungsbahn über Karolinenthal und über die Moldau herstellen, die circa 1.6 Millionen Gulden kosten wird.

Deshalb hätten wir uns lieber eine andere Lösung gewünscht. Der Herr Oberbaurath hat diese Frage allerdings weniger berührt, wir aber haben aus diesem Grunde vor Allem die Erweiterung des schon bestehenden Karolinenthaler Hafens verlangt und uns gesagt: Bevor der Holeschowitz-Hafen gebaut ist, soll man vor Allem den Karolinenthaler Hafen, der schon vorhanden ist, soweit erweitern, damit wenigstens 160—180 Bote in Prag überwintern können. Damit wäre nicht nur dem dringendsten Bedürfnisse der heute schon bestehenden Schifffahrt abgeholfen, sondern auch den am rechten Ufer liegenden Bahnen die Möglichkeit geboten, mit geringeren Ausgaben mit der Moldauschifffahrt in engen Contact zu treten.

Dies glaubte ich bemerken zu sollen; es fällt mir aber nicht ein, durch diese meine sachlichen Bemerkungen das große Verdienst der k. k. Ingenieure in Prag und ihres ausgezeichneten Vorstandes im Geringsten zu schmälern. Obwohl ich nur an den Arbeiten der Enquete theilhaftig war, bin ich doch in der Lage, Ihnen zu versichern, dass hier sehr verwickelte und schwierige Fragen vorlagen, die durch vorliegendes Project glücklich gelöst zu sein scheinen.

*Hafenbaudirector Bömches:* Der Herr Vortragende hat gestattet, an ihn Anfragen richten zu dürfen, und ich mache von dieser Erlaubnis Gebrauch, indem ich um eine freundliche Auskunft ersuche.

Wie wir gehört haben, wird der Karolinenthaler Hafen erweitert und ein neuer Hafen in Holeschowitz angelegt werden. Nun ist der erstgenannte Hafen für die Nordwestbahn sehr günstig gelegen, indem sie heute schon an demselben ihre Geleise-Anlagen besitzt und dort den Umschlag der Waaren von der Bahn zum Fluss und umgekehrt bewerkstelligen kann. Offenbar wird jedoch der Central-Umschlagplatz, respective der Schwerpunkt des Waaren-Umsatzes zwischen Bahn- und Wasserstraße seinerzeit in Holeschowitz sich befinden. Ich erlaube mir daher, die Frage zu stellen:

Ist es vorgesehen, dass alle in Prag einmündenden Bahnen ohne Unterschied an den Holeschowitz-Hafen werden anlegen und ihre Waaren-Manipulation verrichten können, oder wird etwa eine einzelne Bahn bevorzugt werden? Denn nach der Situation ist es die Staatseisenbahngesellschaft, welche, weil dem Centralhafen am nächsten gelegen, am leichtesten mit ihren Geleisen sich anschließen kann, während die Staatsbahnen, wegen der großen Entfernung ihres Bahnhofes nur auf einem langen Umwege und mit erheblichen Kosten eine Schieppbahn zum Holeschowitz-Hafen würden anlegen können.

Ich bitte daher um gefällige Auskunft, ob es den anderen durch ihre Lage weniger begünstigten Bahnen gleichfalls gestattet sein wird, ihre Geleise zu dem Holeschowitz-Hafen zu führen und dort den Umschlag ihrer Waaren zu bewerkstelligen?

*Oberbaurath Ritter von Scheiner:* Ich habe die Ehre mitzutheilen, dass alle Anlagen, insofern sie oberirdisch sind, die Bahngeleise, die Rangirbahnen, zum Theile die Straßen, die Lagerhäuser nicht in das Project einbezogen sind, sondern wir sind von dem Grundsatz ausgegangen, dass sie Derjenige auszuführen haben wird, der sie braucht. Wenn die hohe Regierung beschließt, ein Lagerhaus zu bauen, werden wir es bauen. Ich habe keine andere Bahnverbindung projectirt, als die der Staatseisenbahn, die Buschtehrader Bahn kann mittelst der Staatsbahn hereinkommen. Es ist auch die Frage, ob die Anlagen um den Hafen neutral werden sollen oder nicht, gar nie erörtert worden. Wir werden den Hafen so fertig machen, wie er im Projecte steht. Die Staatseisenbahn-Gesellschaft ist die nächstgelegene Bahn und deshalb bin ich mit ihr in Verhandlung getreten, auf welche Weise sie in den Hafen gelangen soll. Es sind dies die Geleise, die im Plane dargestellt sind.

*Civil-Ingenieur Biziste:* Der Herr Vortragende hat, soviel ich verstanden habe, erwähnt, dass eine Verbindung des Holeschowitz-Hafens mit dem oberen Theil der Moldau durch einen Kanal zuerst geplant war, dass diese Verbindung aber aus dem Grunde unterblieben ist, weil dieser Kanal dem Eisgange ausgesetzt wäre. Ich möchte mir die Frage erlauben, ob es nicht möglich gewesen wäre, diesen Kanal von unterhalb der Eisenbahnbrücke aus zu machen. Dort ist höheres Terrain, und da möchte ich fragen, ob es nicht möglich wäre, den Kanal an der Grenze zwischen dem Inundations- und dem höheren Terrain herüberzuführen. Es würde dadurch eine sehr bedeutende Fläche gewonnen, die als Winterhafen verwendet werden könnte und es würde für diesen Kanal nur sehr wenig Aushub nothwendig sein. Zwischen dem Kanale und dem projectirten Holeschowitz-Hafen wäre eine Kammerschleuse anzulegen, unterhalb der Eisenbahnbrücke könnte eventuell eine Fluthschleuse genügen, und der obere Kanal bei normalem Wasserstande der Moldau im Niveau derselben verbleiben.

*Oberbaurath Ritter von Scheiner:* Ich erlaube mir aufzuklären, dass der Hauptarm nicht für die Schifffahrt dienen wird; er wird nur für die Hochfluth und Flossfahrt bleiben. Unser Schifffahrtskanal mündet bei der Ausmündung des Karolinenthaler Hafens aus. Von dort aus könnte ein Schiff nicht in die Einfahrt des Kanals zum Holeschowitz-Hafen einlaufen, und selbst abgesehen hiervon ist dieses Terrain noch im Hochwasser. Unsere Schiffe kommen, wie bereits erwähnt, beim Munde des Karolinenthaler Hafens in den Hauptfluss zurück, und müssen flussabwärts bis zur Mündung des Holeschowitz-Hafens gehen und können dann ungehindert einlaufen.

## Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Binnenschifffahrt.

Die Seilzug-Systeme von M. Lévy und G. Rigoni. — Der Schifffahrts-Canal Amsterdam - Merwede.

Vortrag, gehalten vom Schifffahrts-Gewerbe-Inspector, Regierungs-Rath A. Schromm in der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure. \*)

(Hiezu Taf. XXVI—XXVIII.)

### I. Allgemeine Betrachtungen über die technischen Schwierigkeiten des mechanischen Seilschiffzuges.

Die Schwierigkeiten, welche bei Anwendung eines durch eine feststehende Maschine bewegten Drahtseiles ohne Ende zur Fortbewegung von Schiffen auftreten, sind folgende:

1. In Folge des schiefen Zuges, welchen das Schiffschlepptau auf das, längs des Ufers hinlaufende Transmissionskabel ausübt, ist beständig das Bestreben vorhanden, dieses Kabel aus den Nuten der Leit-, beziehungsweise Führungsrollen herauszureissen.

2. Jedesmal, wenn das Anhängetau des Schiffes bei einer Leit-, beziehungsweise Führungsrolle ankommt, tritt dasselbe gleichzeitig mit dem Transmissionskabel in die Rollennut ein. Nun muss aber das Letztere in dieser Nut bleiben, während Ersteres sofort wieder aus dieser Nut heraustreten soll. Gerade diese zwei ganz entgegengesetzten Erfordernisse zu erfüllen, ist eine der Hauptschwierigkeiten des ganzen Problems; schwierig schon in geraden Strecken, aber noch viel schwieriger bei concaven Canalufern.

3. Das beständig in Bewegung befindliche Transmissionskabel läuft in ziemlicher Höhe über den Treppelweg, so dass es schwierig ist, das Anhängetau des Schiffes zu befestigen; es muss daher die Anbindevorrichtung derart eingerichtet sein, dass selbst kleine Matrosen im Stande sind, schnell und sicher dieses Anhängetau an das Kabel zu befestigen.

4. Ist nun diese Vorrichtung angebracht, so darf das Kabel das Anhängetau, beziehungsweise das Schiff nicht sofort in Bewegung setzen. Der Matrose muss genügend Zeit haben, um ruhig auf sein Schiff zurückkehren zu können; er muss es überdies in seiner Macht haben, das Schiff erst dann fortbewegen zu lassen, wann er es wünscht.

5. Die Ingangsetzung des Schiffes darf nicht plötzlich erfolgen, sondern nur in sanfter Weise, also ohne Stoßwirkung.

6. Während der Fortbewegung des Schiffes, muss der Schiffsführer jeden Augenblick von seinem Standpunkte aus in der Lage sein, also ohne das Schiff verlassen zu müssen, den Gang des Schiffes unterbrechen zu können, sei es nur auf wenige Minuten (in welchem Falle er sich vom Kabel nicht loszumachen braucht), sei es, um sich ganz loszulösen, damit die nachfolgenden Schiffe vorbeifahren können, in welchem Falle er das Anhängetau sammt Anbindevorrichtung ganz wegnehmen muss.

Ueber die Drehbewegung des Transmissionskabels und die daraus folgende Schwierigkeit für die Anbindevorrichtung des Anhängetaues. Die Erfahrung hat gelehrt, dass ein in Bewegung be-

findliches Kabel sich beständig um seine eigene Achse dreht, ähnlich wie eine Schraubenspindel in der Mutter. Diese Bewegung lässt sich leicht beobachten. Klebt man beispielsweise an die dem Kanalufer zugekehrte Seite des Kabels ein Stück Papier, so findet man, nachdem dieses Papier einen Weg von 6—7 m zurückgelegt hat, dasselbe auf der anderen Kabelseite; es hat also eine halbe Windung der Schraube durchgemacht. Nach weiteren 6—7 m befindet sich das Papier wieder auf der vorderen Kabelseite und in dieser Schraubenlinie bewegt es sich weiter.

Diese drehende Bewegung des Kabels gestattet daher nicht, das Anhängetau fest mit demselben zu verbinden, denn es würde sich einfach um das Kabel herum rollen, so zwar, dass nach etwa 150—200 m Fortbewegung das gesamte Anhängetau aufgerollt wäre.

Eine brauchbare Anbindevorrichtung muss sonach unbedingt aus zwei von einander ganz unabhängigen Bestandtheilen zusammengesetzt werden, nämlich:

a) aus einem auf dem Kabel fest angebrachten Theile, welcher die drehende Bewegung des Kabels mitmacht, und

b) aus einem das Kabel umgebenden ringförmigen Theile, welcher dem Kabel folgen kann, ohne jedoch sich zu drehen.

An diesem zweiten Theile nun wird das Anhängetau des Schiffes befestigt. In Folge des Zuges (durch das fortzubewegende Schiff) wird dieser Ring gegen den erst-erwähnten, auf dem Kabel festsitzenden Theil gedrückt, welcher letzterer also als Mitnehmer dient.

Es muss hier besonders hervorgehoben werden, dass die Form des Mitnehmers von großer Wichtigkeit ist und eines besonderen Studiums bedarf. Wenn dieser Mitnehmer auch nur die kleinste Erhöhung oder Verstärkung (Wulst etc.) an seinem Vordertheile besitzt, so genügt diese schon, um das Anhängetau zum Aufwickeln zu bringen.

Nachdem ich bereits im III. Hefte 1890 unserer Zeitschrift eine Beschreibung des Seil-Schiffzugs-Systemes von M. Lévy und E. Oriolle gegeben habe, erübrigt es nur noch, jene wesentlichen Verbesserungen zu besprechen, welche Herr Chef-Ingenieur Lévy, gestützt auf die nun 1½-jährige Erfahrung mit seinem auf dem Canale St. Maur in Verwendung stehenden Seilzuge, daran angebracht hat.

Diese Verbesserungen wurden von Herrn Lévy gelegentlich des IV. internationalen Binnenschifffahrts-Congresses in Manchester (1890) in einer Sitzung mitgetheilt. Sie beziehen sich sowohl auf die Art und Weise der Zusammensetzung des Transmissionskabels, als auf die Construction der Anbindevorrichtung.

\*) Die nachstehenden Mittheilungen knüpfen an eine Veröffentlichung über den Seilschiffzug, System Lévy und Oriolle, an, welche im IV. Hefte des Jahrg. 1890 d. Zeitschr. enthalten ist. Die volkswirtschaftliche Wichtigkeit der auf die Entwicklung und Erleichterung der Binnenschifffahrt hinzielenden Bestrebungen, insbesondere auch für Oesterreich, wird es rechtfertigen, dass auf diesen Gegenstand neuerlich zurückgekommen wird.

## II. Das verbesserte Seilschiffzugsystem von Lévy.

### Zusammensetzung des Transmissionskabels.

Das Transmissionskabel bildet den wesentlichsten und auch kostspieligsten Theil des Schiffzugs und es muss daher seiner Construction und seiner Erhaltung die größte Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Das von Herrn Lévy angewandte Kabel ist in seiner Gänze metallisch; es besitzt keine Hanfseele. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, dass Drahtseile mit Hanfseelen sich nach einer gewissen Zeit deformiren, wodurch an ihrer Oberfläche Unregelmäßigkeiten entstehen, welche für die Dauerhaftigkeit sehr nachtheilig sind.

Uebrigens ging Herr Lévy nicht ohne Besorgnis daran, ein 10 km langes, ausschliesslich metallisches Kabel, welches überdies nur von einzigen Maschine bewegt wird, einzurichten. Die Befürchtung lag ja gewiss nahe, dass durch die Steifheit eines solchen Kabels ein grosser Theil der Kraft der Betriebsmaschine aufgezehrt werde. In Wirklichkeit stellte sich die Sache jedoch anders, und zwar günstiger. Wenn nämlich das Kabel, bevor man es theert, in Oel getaucht wird, so erhält dasselbe eine große Weichheit und Geschmeidigkeit; die Erfahrung zeigte, dass zur Bewegung des leeren Kabels, d. h. ohne Schiffsanhang, pro Kilometer Kanallänge nicht mehr als eine Pferdekraft nothwendig ist, obwohl in der Versuchsstrecke zwei Kabelsectionen (die Antriebsmaschine in der Mitte) mit den hierzu nothwendigen Führungs- und Antriebsrollen und Spannvorrichtungen sind, welche für sich allein schon eine bedeutende Kraft in Anspruch nehmen.

Das gegenwärtig seit 18 Monaten in Verwendung stehende Kabel besteht aus 7 Litzen, wovon jede aus 19 Drähten von 2 mm Stärke zusammengesetzt ist. Die mittlere Litze, welche die Seele des Kabels bildet, besitzt ausschliesslich ausgeglühte Drähte. Die übrigen 6 Litzen haben als Seele je einen ausgeglühten Draht, während die herumliegenden 18 Drähte aus gehärtetem Stahle bestehen. Das Gewicht pro laufenden Meter dieses Kabels beträgt 3.65 kg.

Bei der Berechnung des Widerstandes gegen Zerreißen wurden die den 6 Litzen entsprechenden Stahlseelen nicht berücksichtigt; es verbleiben somit nur  $6 \times 18 = 108$  Drähte aus gehärtetem Stahle mit einem Gesamtquerschnitte von  $339.12 \text{ mm}^2$ . Wenn man nun jedem Strange des Kabels eine permanente Spannung von 5 Tonnen gibt, so enthält man somit pro  $1 \text{ mm}^2$  Kabelquerschnitt eine permanente Inanspruchnahme von ca. 15 kg.

Die gehärteten Stahldrähte wurden auf eine Zerreiß-Festigkeit von 160 kg pro  $\text{mm}^2$  erprobt; deren Elasticitätsgrenze betrug 75 kg. Ueberdies mussten diese Drähte noch 20 doppelte und entgegengesetzte Durchbiegungen von circa 1 cm Radius vertragen, ohne zu brechen. Das ganze Kabel wurde schliesslich auf eine Zerreiß-Festigkeit von 50 Tonnen erprobt.

Einfluss des Durchmessers der Leitrollen auf die Inanspruchnahme des Kabels. Um sich von diesem Einflusse zu überzeugen, liess Chef-Ingenieur Levy 2 Leitrollen von je 0.3 m Durchmesser, welche in einer Entfernung von 3 m gelagert wurden, herstellen; um diese

Rollen wurde ein Kabel ohne Ende gelegt und gespannt. Man steigerte diese Spannung durch allmähiges Entfernen der Rollen bis das Kabel riss. Dieser Versuch wurde öfter wiederholt und es zeigte sich:

1. Dass das Kabel immer an einer Stelle riss, welche auf einer der Rollen auflag und

2. dass die Zerreiß-Festigkeit nie unter 45 Tonnen betrug.

Man kann daher aus diesen Versuchsergebnissen ganz gut den Schluss ziehen, dass ein kleiner Rollendurchmesser das Kabel lange nicht in dem Maße beansprucht, als dies bisher angenommen wurde. Die bekannte Formel für die Inanspruchnahme des Kabels in Folge der Biegung desselben auf einer Rolle, fördert absolut falsche Resultate zu Tage, denn diese Formel ergibt, dass bei Rollen von 0.3 m Durchmesser die Drähte des Kabels schon durch diese Biegung allein mit 120 kg pro  $\text{mm}^2$  auf Zug in Anspruch genommen würden, d. h. mit zwei Drittel der Zerreiß-Festigkeit.\*)

Dieser Formel gemäß hätte daher das in Rede stehende Kabel schon bei einer Inanspruchnahme von einem Drittel seiner normalen Zerreiß-Festigkeit von 50 Tonnen reißen müssen, d. h. bei einer Belastung von  $\frac{1}{3} \cdot 50 = 17$  Tonnen, während dasselbe jedesmal erst bei 45 Tonnen riss.

Diesen Widerspruch zwischen Theorie und der praktischen Erfahrung erklärt Herr Chef-Ingenieur Levy folgendermaßen:

a) Die theoretische Formel nimmt an, dass die beiden auf Zug und Druck bezüglichen Elasticitäts-Coëfficienten vollkommen gleich seien, während es wahrscheinlich ist, dass in einem gehärteten Stahldrahte der auf Zug bezügliche Elasticitäts-Coëfficient viel kleiner ist, als der auf Druck, woraus sich erklären würde, dass die in Folge der Biegung des Drahtes entstehenden Zugspannungen bedeutend kleiner werden, als die Druckspannungen.

b) Nachdem die Kabeldrähte nicht in gerader, sondern in einer schraubenförmigen Linie liegen, so ist auch ihr Krümmungsradius beim Auflegen des Kabels auf eine Rolle nicht gleich dem Halbmesser der Rolle, sondern größer.

In Folge dieser Erfahrungen erklärt auch Herr Levy bei künftigen Installationen seines Systems alle großen und daher auch kostspieligen Leitrollen abzuschaffen und dafür die kleinen, billigen einzuführen.

Spannung des Kabels. Das Kabel erhält eine gewisse und zwar beständige Spannung. Hiedurch soll erreicht werden, dass die durch den schiefen Zug des Schiffes am Kabel, sowohl in horizontalem als auch verti-

\*) Die übliche aus der Biegungstheorie abgeleitete Formel für die aus der Steifheit eines um eine Rolle gelegten Drahtseiles herrührenden Spannung lautet:

$$s = \frac{E \delta}{2 D}$$

worin  $E$  den Elasticitätscoëfficienten für Stahl,  $\delta$  die Stärke des Drahtes,  $D$  den Durchmesser der Seilscheibe bezeichnet. Chef-Ingenieur Levy führt  $E = 36.000 \text{ kg pro mm}^2$  ein, woraus nach der Formel:

$$s = \frac{36000}{300} = 120 \text{ kg}$$

resultirt.



calem Sinne hervorgerufene Durchbiegung im Maximum nur 0.10 m beträgt.

Die Erfüllung dieser Bedingung führte erstens zu der früher erwähnten Zusammensetzung des Kabels, entsprechend einem Eigengewichte von 3.65 kg per laufenden Meter, und zweitens zur bleibenden Spannung eines jeden Kabelzweiges von rund 5000 kg, so dass das Spannungsgewicht des Kabels für beide Zweige 10.000 kg beträgt.

Diese bleibende Spannung entspricht wie bereits oben erwähnt einer Inanspruchnahme der Stahldrähte von rund 15 kg pro mm<sup>2</sup>; nachdem nun deren Zerreiß-Festigkeit mit 160 kg pro mm<sup>2</sup> nachgewiesen wurde, so folgt daraus, dass die permanente Spannung sie nur mit höchstens  $\frac{1}{10}$  ihrer absoluten Festigkeit und mit  $\frac{1}{5}$  ihrer Elasticitätsgrenze beansprucht. Diese permanente Spannung wird sonach in keiner Weise nachtheilig auf das Kabel einwirken, im Gegentheile, dieselbe bietet zahlreiche und wertvolle Vorzüge, nämlich:

1. Wenn beispielsweise eine Péniche zu 300 Tonnen an das Kabel angehängt wird, so wird sich nur an der Anbindestelle und da auch nur eine kaum merkbare locale Durchbiegung des Kabels zeigen (siehe Textfigur 1), denn das angehängte 300-Tonnenschiff erzeugt ein Plus an Spannung von 100 bis 150 kg, welche im Vergleiche zur permanenten im Kabel wirkenden Kraft von 5000 kg verschwindend klein zu nennen ist.

2. Daraus folgt logischerweise eine ganz besondere Regelmäßigkeit in der Fortbewegung der Schiffe. Diese Regelmäßigkeit wird noch durch die Verwendung vollkommen fixer Anbinde-Vorrichtungen erhöht, denn die bei anderen Seilschiffzugsmethoden vorgeschlagenen Zwingen (als Anbinde-Vorrichtung) gleiten von Zeit zu Zeit auf dem Taue, wodurch selbstverständlich Stöße und Erschütterungen im Kabel eintreten müssen.

3. Die Ingangsetzung eines Schiffes kann ohneweiters mittelst Hand (d. h. ohne Zuhilfenahme von besonderen Vorrichtungen) geschehen, weil eben die Durchbiegung des Kabels durch das Anhängen eines Schiffes innerhalb zulässiger Grenzen bleibt, während bei Kabeln, die nicht permanent gespannt sind, diese Durchbiegung mehrere Meter beträgt. (Beim Levy'schen Kabel beträgt laut Erfahrung die Durchbiegung bei 70—80 m von einander entfernten Kabelführungsrollen infolge Ingangsetzung eines 300 Tonnenschiffes bloß 0.270 m.)

4. Die zur Ingangsetzung des Schiffes notwendige Kraft bleibt dieselbe, gleichgiltig ob diese Operation mittelst Hand oder mittelst eines Apparates geschieht.

Es sei  $l$  die Länge des Anhängetaues, welches man beim Ingangsetzen des Schiffes nachlassen will und  $V$  die Geschwindigkeit des Transmissionskabels, so ist die zum Ingangsetzen des Schiffes notwendige Kraft:

$$F = \frac{P V^2}{2 g l}$$

in welcher Formel  $P$  das Gewicht des Schiffes sammt Last in welcher Formel  $P$  das Gewicht des Schiffes sammt Last und  $g$  die Beschleunigung der Schwere bedeutet. (Man

kann ohneweiters beim Ingangsetzen eines Schiffes den Widerstand des Wassers ganz gut vernachlässigen, gegenüber jener Kraft, welche zur Ueberwindung des Trägheitsmomentes des Schiffes nothwendig ist.)

Für ein Schiff zu 300 Tonnen und eine Kabelgeschwindigkeit von 1 m pro Secunde, beträgt diese Kraft  $F = 1000$  kg, wenn 15 m Anhängetau ausgestochen werden;  $F$  wird gleich 1500 kg, wenn nur 10 m Anhängetau nachgelassen werden.

Chef-Ingenieur Levy lässt das Kabel gegenwärtig nur mit einer Geschwindigkeit von 0.75 m bewegen, so dass obige Größen für die notwendige Kraft  $F$  auf 560 kg (15 m Anhängetau) und 840 kg (10 m Anhängetau) heruntersinken.

Die Kraft von 1000 kg (also für eine Kabelgeschwindigkeit von 1 m und für 15 m ausgestochenes Anhängetau) beträgt nur  $\frac{1}{5}$  der permanenten Spannung des Kabels; die dadurch erzeugte Durchbiegung des Kabels ist somit ganz unbedeutend und die Inanspruchnahme der Stahldrähte steigt für diesen Moment einfach von 15 kg auf:

$$15 + \frac{1}{5} \cdot 15 = 18 \text{ kg pro mm}^2.$$

5. Ein Kabel mit hoher permanenter Spannung bedingt auch eine starke Adhäsion an der Antriebsrolle, man kann daher längere Kanalsectionen damit bedienen, es können gleichzeitig eine grössere Anzahl von Schiffen fortbewegt werden, als bei Transmissionskabeln mit geringer Spannung. Herr Levy berechnete, dass bei der im Vorhergehenden angeführten Kabelspannung, Kanalsectionen von 15 bis 20 km Länge (also eine Kabellänge von 30—40 km) bedient, und dass so viele Schiffe angehängt werden können, als eben in einer Kanalsection von 15 km Länge, mit Berücksichtigung der von der Zeit zur Durchschleusung abhängigen Entfernung der Schiffe untereinander, möglich sind.

Spannvorrichtung für das Kabel. Da, wie bereits früher erwähnt wurde, jeder Strang des Transmissionskabels eine permanente Spannung von 5000 kg erhalten soll, so muss die Antriebsrolle, welche auf einem beweglichen

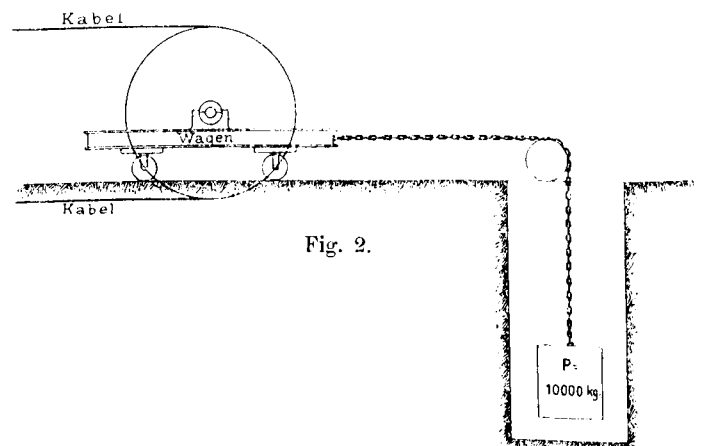


Fig. 2.

Wagen gelagert wird, mit einem Gegengewichte von 10.000 kg ausbalanciert werden. Beistehende Skizze (Textfig. 2), veranschaulicht diese Anordnung.

Verticale Führungsrollen. (Siehe Tafel XXVI, Fig. 1—3.) Die Rollen, welche bestimmt sind das Transmissionskabel stellenweise zu unterstützen, d. h. zu führen, sind ge-

wöhnliche Rollen, die in eisernen U-förmigen Ständern gelagert sind. Damit das Kabel aus den Nuthen der Rollen nicht herauspringen kann, tragen die erwähnten Träger gerade oberhalb des höchsten Punktes der Rollen horizontale Walzen, welche fest gelagert sind, während beim Systeme Rigoni dieselben sich wie eine Thür öffnen müssen, um der Anhängenvorrichtung freien Durchgang zu gestatten, also gerade in dem Augenblicke, wo das Kabel die Tendenz hat, aus der Rolle heraus zu springen.

Die der Wasserseite zugekehrte Fläche der Rollen hat zahnförmige Einkerbungen und überdies zwei gegenüberstehende bis auf den Grund der Nuth reichende Ausschnitte, die nach Kreisevolventen begrenzt sind.

Das Anhängetau bleibt nämlich so lange in der Rollennuth, bis ein derartiger Evolventen-Ausschnitt anlangt; infolge des schiefen Zuges des Anhängetaues tritt dasselbe sofort in diesen Ausschnitt ein und begleitet denselben bei seiner weiteren Drehung ganz zwanglos, weil eben die Evolvente seine natürliche Bahn darstellt. Die zahnförmigen Einkerbungen am Rollenumfange, deren Tiefe ungefähr gleich der Stärke des Anhängetaues ist, treten in Wirksamkeit, wenn das Anhängetau straff gespannt ist (also bei beladenen Schiffen). Hier wird dasselbe bei seiner Ankunft an der Rolle sofort durch einen dieser kleinen Ausschnitte ergriffen, auf den höchsten Punkt hinaufgeführt und auf der andern Seite wieder losgelassen.

Ist das Anhängetau schlaff beim Ziehen von leeren Schiffen, so tritt dann der Fall ein, dass das Anhängetau erst durch einen der beiden großen Evolventen-Ausschnitte mitgenommen wird. Das Ganze spielt sich so einfach und so natürlich ab, dass man gar nicht glauben kann, welche langen Studien und welche eingehenden Versuche nothwendig waren, um dieses günstige Resultat zu erreichen.

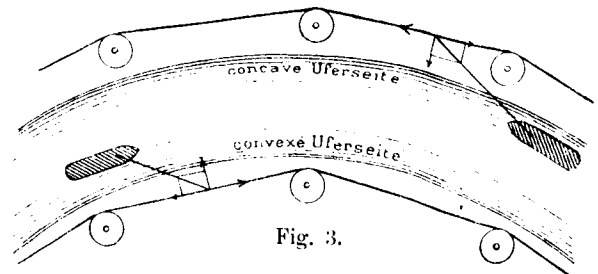
Führungsrollen für *convexe Canalufer*. Bei *convexen Canalufern* wird die Führung des Kabels gleichfalls durch einfache Rollen bewerkstelligt, welche eine horizontale Lage erhalten und sich auf einem Zapfen bewegen. Das Kabel liegt selbstverständlich auf der vorderen Rollenseite, d. h. in der der Wasserseite zugekehrten Rollennuth, so dass keine weitere künstliche Führung des Kabels nothwendig ist.

Man könnte die Befürchtung hegen, dass durch den schiefen Zug des Anhängetaues das Kabel aus der Rollennuth herausgerissen wird. Darauf ist zu entgegnen, dass die permanente Spannung des Kabels, welche dasselbe an die Rolle andrückt, viel größer ist, als die Zugkraft des Anhängetaues, von welcher überdies auch nur die zum Kabel normale Componente (rund 20–30 *kg*) in Betracht kommen kann. Also auch hierin liegt einer der vielen Vortheile eines permanent gespannten Kabels.

Was nun den Durchmesser dieser Rollen, die eigentlich nur Leitrollen sind, anbelangt, so erhielten dieselben bisher für flachere Winkel 1.40 *m* und für weniger stumpfe Winkel 2.00 *m* Durchmesser, um der Steifigkeit des Kabels Rechnung zu tragen. Nachdem jedoch die Eingangs erwähnten Versuche deutlich dargethan haben, dass man diesem Umstande fälschlich mehr Gewicht beilegte, als es nothwendig ist, so will Herr Levy künftighin

alle Leitrollen von 2 *m* Durchmesser ganz beseitigen und nur solche von 1.20 *m* verwenden, wodurch eine nicht unbedeutende Ersparnis erzielt werden kann.

Führungsrollen für *concave Kanalufer*. Man wendet auch hier horizontale oder schwach geneigte Leitrollen an; hier läuft jedoch das Kabel in der Wasserseite entgegengesetzt liegenden Rollennuth und dieser Umstand macht die Lösung der Aufgabe ungemein schwierig, da



selbstverständlich auch das Anhängetau auf der rückwärtigen Seite der Rollen passieren muss. Herr Levy hat in den Jahren 1888 und 1889 verschiedene Lösungen für diese Aufgabe gefunden, da sie jedoch nicht vollständig waren, wieder verlassen.

Seit Juli 1889 functionirt nun aber eine Rollen-Construction zur größten Zufriedenheit, welche nachstehend beschrieben und in Fig. 4 und 5 Taf. XXVI, abgebildet ist.

Die Leitrolle erhält keine horizontale, sondern eine gegen die Wasserseite zu geneigte Lage; diese Neigung muss jedoch größer sein, als jene, welche der Ebene, die durch das Anhängetau und das Transmissionskabel gelegt werden kann, entspricht. Die obere Wange der Rolle ist mit zahnförmigen Ansätzen versehen, die ähnlich wie bei den früher erwähnten Führungsrollen durch Evolventen begrenzt sind.

Das ankommende Anhängetau befindet sich somit höher, als der größte Theil der oberen Rollenfläche, über welche das genannte Tau hinaufspringen muss. Daraus folgt, dass, wenn das Anhängetau einen der erwähnten zahnförmigen Ausschnitte trifft, dasselbe sofort mitgenommen, auf den höchsten Punkt der Rolle geführt wird und auf der anderen Seite durch sein eigenes Gewicht wieder aus der Rolle herausfällt.

Diese Evolventen-Ansätze müssen hier selbstverständlich viel größer sein, als bei den verticalen Führungsrollen und zwar erhalten diese Ansätze eine Höhe von 40 bis 50 *cm* über dem kleinsten Nuthdurchmesser. Sie werden aus Blech hergestellt und auf die gusseisernen Rollen aufgenietet. Die Anzahl dieser Evolventen-Ansätze, die Länge derselben, die Steigung der Rolle etc. müssen genau nach mathematischen Grundsätzen angeordnet werden, um den Durchgang des Anhängetaues sicher zu stellen.

Für die bisher mit 1.40 *m* dimensionirten Leitrollen wurden vier solcher Evolventen-Ansätze angenommen, für solche mit 2.00 *m* Durchmesser sechs Ansätze.

In allerletzter Zeit hat Herr Chef-Ingenieur Levy noch weitere Studien in dieser Richtung gemacht, welche eine nicht unbedeutende Vereinfachung der Installation solcher Leitrollen in *concaven Uferstrecken* ermöglichen.

Diese Vereinfachung besteht darin, dass mittelst einer aus Holz hergestellten Gleitbahn das Anhängetau auf die horizontal gelagerten Leitrollen hinaufgeführt und in der Ebene der Evolventen-Ausschnitte angelangt, sofort von einem solchen erfasst und auf die andere Seite der Rolle gedreht wird. (Textfig. 4.)

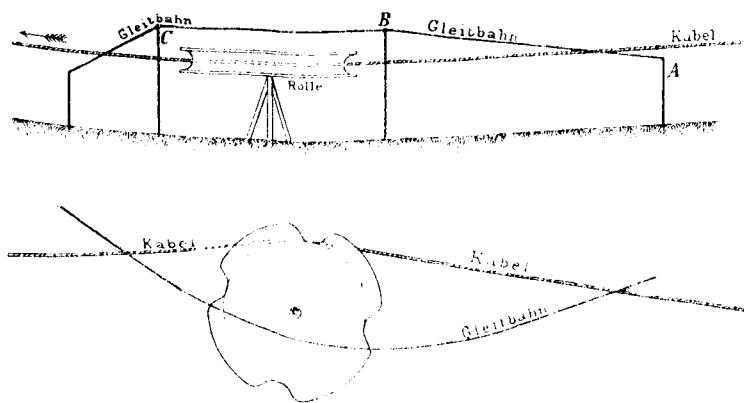


Fig. 4.

Die Gleitbahn beginnt circa 6 m vor der Leitrolle und zwar 0.10 m unter dem Kabel (Punkt A); von hier aus erhält die Bahn eine Steigung von  $\frac{1}{10}$  und geht vom Punkte B, welcher ungefähr 30 cm über der Rolle liegt, horizontal weiter, um sodann bei C wieder nach abwärts zu führen. Diese Anordnung gewährt den großen Vortheil, dass dabei keine Rollen mit großen Flügelansätzen notwendig sind, sondern nur Rollen mit Evolventen-Ausschnitten, die bis auf die Nuthbasis reichen. Herr Chef-Ingenieur Levy schätzt die dadurch erzielte Ersparnis pro Kilometer Kanal (natürlich in der konkaven Strecke) auf etwa 1500 Francs.

**Aenderung in der Höhenlage des Kabels**  
Die vielfachen Kunstbauten, welche bei Kanälen vorkommen (Schleusen, Brücken, Abzweigungen von Kanälen etc.) bringen es mit sich, dass die Höhenlage des Transmissionskabels plötzlich eine Aenderung erleiden muss. In konvexen Uferstrecken hat man nur die gewöhnlichen Leitrollen anzuwenden, nur ist man gezwungen, diesen Rollen eine mehr oder weniger geneigte Lage zu geben. Nachdem das Anhängetau jederzeit an der vordern Rollenseite passiert, so wird dasselbe sich ohne jede weitere Vorrichtung von der Rolle wieder los machen; die permanente Spannung des Kabels hindert dieses letztere, aus der Rollennuth herausgerissen zu werden. Man hat also keine zweite Rolle (Schutzrolle) nothwendig, um dieses Herausreißen zu verhindern.

Um bei den konkaven Uferstrecken gleichzeitig die Aenderung der Bewegungsrichtung und der Kabelhöhe zu erhalten, hat Herr Levy bisher zwei vertikale Rollen verwendet, welche so gestellt sind, dass die eine Rolle in der Ebene des ankommenden, die andere Rolle in jener des ablaufenden Kabelzweiges gelegen ist; beide Rollen haben dann eine gemeinschaftliche vertikale Tangente. (Textfigur 5.) Diese Anordnung bewährt sich sehr gut, hat jedoch den Nachtheil, dass das Kabel hintereinander zweimal abgelenkt wird; um diesen nachtheiligen Einfluss zu verringern, wurde den Rollen 2 m Durchmesser gegeben. Diese großen Rollen sind jedoch theuer und werden in Zukunft, wenn nicht ausser-

gewöhnliche Bedingungen zu erfüllen sind, auch in diesen Fällen nur geneigte, mit Evolventen-Ansätzen versehene Leitrollen verwendet.

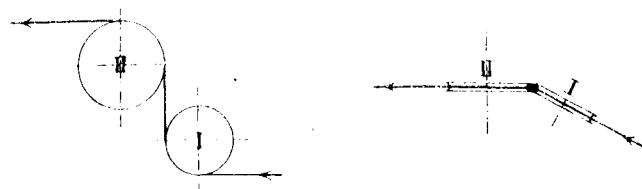


Fig. 5.

Ist jedoch in gerader Kanalstrecke eine plötzliche Aenderung in der Höhenlage des Kabels bedingt, dann wird man am besten thun, zwei vertikale Leitrollen anzuwenden.

**Bemerkungen über die Einrichtung des Levy'schen Seil-Schiffzugsystemes auf den Kanälen St. Maur und St. Maurice.** Herr Levy hat auf dieser 5 km langen Versuchsstrecke doppelte, vertikale Leitrollen angewendet:

1. Bei dem Eintritte des Kabels in die Schleuse bei Gravelle;

2. an den beiden Enden der Kanalübersetzung zur Marne hin, mit einer Spannweite von 121 m. In diesen drei Fällen werden künftighin nicht mehr solche vertikale Doppelrollen verwendet, sondern nur je eine geneigte Rolle mit Evolventen-Ansätzen.

Es muss hier betont werden, dass die genannte Installation in allen ihren einzelnen Theilen als Versuchsobjekt anzusehen ist, an welchem erst gelernt werden musste. Das Ganze macht daher heute wohl den Eindruck der Komplikation, es mangelt die einheitliche Durchführung, weil eben alles versucht wurde.

**Mitnehmer für die Anbinde-Vorrichtung.** (Siehe Fig. 10, Taf. XXVI.) Alle 120 m befindet sich auf dem Transmissionskabel ein Ring, welcher dazu dient, die Anbindevorrichtung, welche sich gegen diesen Ring stützt, bei der Fortbewegung des Kabels mitzunehmen. Diese Ringe waren früher aus Stahl, jetzt werden sie aus Schmiedguss gemacht, wodurch der Preis per Stück auf ca. 40 kr. herabgemindert wurde.

Jeder Ring hat eine Länge von 50 mm und 12 mm Dicke an seiner rückwärtigen Fläche, d. h. an der der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Seite. Der Ring besteht aus 2 halben Cylindern, welche, wie die Figur zeigt, wie Klauen ineinandergreifen; diese Klauen werden durch 2 Stifte, die mit dem Kabel parallel laufen, zusammengehalten. Man kann daher derartig construirte Ringe ohne Schwierigkeit auf das Kabel aufsetzen, bzw. herabnehmen. Diese Ringe pressen auch das Kabel nicht zusammen; man kann sie ohneweiters mittelst Hand auf dem Kabel verschieben. Sie stützen sich an einen aus Kabelgarn auf dem Kabel aufgewickelten Bund (Anschlag).

Es ist weiters noch zu erwähnen, dass die beiden früher erwähnten Stifte an ihren hinteren Enden mittelst Kabelgarns an dem Kabelbunde befestigt sind. Der damit angestrebte Zweck ist der, dass während der Bewegung des Kabels der Ring sich nicht von dem Bunde

entferne. Anfänglich hat Herr Levy diese Vorsicht nicht gebraucht, da auch thatsächlich keine besondere Unzuverlässigkeit darin erblickt werden kann, wenn sich der Ring etwas von dem Bunde entfernt. Dieses geschah nur bei plötzlichen Aenderungen in der Höhenlage des Kabels, wo also das Kabel eine kleine verticale Strecke durchzumachen hat. Durch Anbinden des Ringes ist auch dieser unbedeutende Mangel beseitigt.

Anbindevorrichtung (Sattel). (Fig. 6—9, Taf. XXVI.) Zu Beginn der Versuche wurden verschiedene Arten von Bügeln und Zwingen angewendet, welche alle den Zweck verfolgten, eine praktische Befestigung des Anhängetaues an das Transmissionskabel herzustellen. \*)

Seit Beginn 1890 steht jedoch eine Anbindevorrichtung in Verwendung, die sich durch Einfachheit und vollständige Erfüllung ihres Zweckes von allen bisherigen derartigen Vorrichtungen vortheilhaft unterscheidet.

Diese Vorrichtung, welche in der Schifffersprache den Namen „Bügel“ (étrier) erhalten hat, gleicht einem kleinen Pferdesattel, welcher auf das Kabel aufgelegt wird; wir wollen diese Vorrichtung kurz „Sattel“ nennen. Anfangs wurde dieser Sattel auch aus Stahl erzeugt; heute genügt jedoch seine Herstellung aus Schmiedguss und kostet demgemäss auch nur sehr wenig, nämlich ca. 50 kr. per Stück. Die innere Sattelfläche setzt sich aus einem Halbcylinder von 32 mm Durchmesser und daran anschliessenden verticalen prismatischen Theilen zusammen. Nachdem das Transmissionskabel einen Durchmesser von 30 mm besitzt, so ergibt sich für den Sattel ein Spielraum von 2 mm. Die in Rede stehende halbcylindrische Sattelfläche erweitert sich auf einer Länge von 15 mm von der rückwärtigen Seite an gemessen, um den Mitnehmerring theilweise aufnehmen zu können. Dieser Ring wird dadurch auf ungefähr  $\frac{3}{4}$  seines Umfanges von dem Sattel umgeben.

Daraus folgt, dass man diesen Sattel ohneweiters von dem Kabel entfernen kann, wenn er in verticaler Richtung gehoben wird. Dieses Abheben ist aber in dem Augenblicke nicht mehr möglich, wenn der Sattel auf dem Mitnehmerringe sitzt. Das Abheben des Sattels ist nun nur dann möglich, wenn man ihn um seine rückwärtige, auf dem Ringe aufsitzende Fläche herumdreht.

In der Folge wollen wir mit dem Ausdrucke „Sattelumkippen“ diese oben besprochene drehende Bewegung bezeichnen, welche den Zweck hat, den Sattel vom Ringe loszumachen. Nach vorne zu hat der Sattel einen erhöhten Ansatz (siehe Fig. 8), welcher Ansatz mit einer kreisförmigen Oeffnung von ca. 10 mm Durchmesser zur Aufnahme der „Auslöseleine“ versehen ist. Die Auslöseleine hat 8 bis 10 mm Durchmesser und wird mittelst eines Knotens in besagter Oeffnung zurückgehalten. Diese „Auslöseleine“ reicht auf das Schiff, und zwar bis zum Stande des Steuermannes. Denkt man sich nun den Sattel auf dem Ringe befindlich, so genügt ein leichter Zug an der „Auslöseleine“, um den Sattel vom Ringe sofort zu trennen. Der durch die Auslöseleine vom Schiff aus ausgeübte schiefe

\*) In meinem Vortrage am 13. März 1890 nahm ich Gelegenheit, die bis Ende 1889 in Verwendung gestandene Anbindevorrichtung zu beschreiben.

Zug auf den Sattel bewirkt das früher besprochene „Umkippen“ des letzteren.

In Folge dieses Umkippen würde der Sattel natürlich vom Kabel herunterfallen, wenn derselbe nicht an dem letzteren noch durch das sogenannte „Anhängetau“ des Schiffes zurückgehalten würde.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, hat der Sattel sammt seinen beiden Seitenansätzen eine Gesamtbreite von 92 mm; derselbe kann daher ohne irgend welche Schwierigkeit über alle Leit- und Führungsrollen gehen, nachdem deren Nuthen am Grunde wenigstens 115 mm Weite besitzen und sich nach oben zu noch erweitern. In den beiden Seitenansätzen des Sattels sind verticale cylindrische Oeffnungen von 18 bis 20 mm angebracht, welche dazu dienen, um das „Anhängetau“ aufzunehmen. Dieses letztere hat eine Länge von etwa 4.5 m und eine Stärke von 18 bis 20 mm. Das eine Ende dieses Anhängetaues zieht man von unten nach oben durch eine der genannten Oeffnungen, geht damit quer über den Sattel zur anderen Oeffnung, durch welche dasselbe von oben nach unten hindurchgezogen wird, bis das eine Tauende auf etwa 0.60 m vom Sattel herausreicht. Wenn man will, kann man das so durchgezogene, bezw. über den Sattel gehende Anhängetau in dieser Lage durch feine Drähte befestigen, welche an den Stellen angebracht sind, wo das Tau in die Oeffnungen der Seitenansätze eintritt. Damit jener Theil des Anhängetaues, welcher quer über den Sattellücken liegt, nicht zu stark hervorsteht und auch anderseits gut unterstützt ist, hat man den Sattellücken halbkreisförmig (dem Durchmesser des Taus entsprechend) ausgehöhlt. Das eine Tauende, welches zum Durchziehen durch die Oeffnungen des Sattels benützt wurde, erhält nun mittelst Splissung eine birnförmige Gestalt, während das andere längere Ende des Anhängetaues mittelst Kabelgarn eine Aufsplissung von 0.35 m bis 0.40 m Länge erhält, welche die erwähnte Birne aufnehmen kann. Das längere Ende des Anhängetaues endigt mit einer Schlinge, in welcher das eigentliche Schiffschlepptau befestigt wird.

Es ist noch ferner beizufügen, dass das Anhängetau mittelst Bleikugeln beschwert wird, die auf dasselbe aufgefädelt und mittelst Knoten in ihrer relativen Lage gehalten werden (Fig. 6, Taf. XXVI).

Die ganze Vorrichtung kostet ca. 2½ bis 3 fl.; die Schiffer können selbst die Erneuerung des Anhängetaues besorgen; der Sattel, welcher auf ca. 50 kr. zu stehen kommt, hat naturgemäss eine lange Dauer. Jeder Schiffer erhält einen solchen Sattel. Ist die Kanallinie sehr lang, so ist es praktischer für den Betrieb, dass jeder Schiffer seinen eigenen Sattel besitzt. Dies ist auch einer der Vortheile der Anwendung von Sätteln, denn bei Anwendung von Zwingen (die übrigens auch sehr theuer sind) muss sich der Schiffer immer erst bekümmern, sobald er in eine Kanalsection eintritt oder nach einem Stillstande in einer Station seine Reise wieder fortsetzen will, eine solche zu erlangen.

Vorgang beim Anbinden eines Schiffes. Nachdem der Schiffer das eigentliche Schlepptau in der Schlinge des längeren Endes des Anhängetaues befestigt hat, nachdem ferner die Auslöseleine am Sattelkopfe in der beschrie-

benen Weise eingezogen wurde, geht der Schiffer, den so hergerichteten Sattel in der Hand, an's Land und setzt ihn auf das Transmissionskabel auf, gerade so wie man einen gewöhnlichen Sattel auf den Rücken eines Pferdes legt. Dieses Auflegen geschieht in der Weise, dass das kürzere freie Ende des Anhängetaues mit der Birne auf der dem Ufer abgekehrten Seite des Kabels zu liegen kommt. Der Schiffer gibt sodann die Birne in die durch die besprochene Aufspaltung gebildete Oeffnung des anderen Tauendes. Auf diese Weise ist die ganze Operation des Anbindens eines Schiffes beendet.

Der Schiffer kehrt nun auf sein Fahrzeug zurück; dies muss nicht etwa mit besonderer Schnelligkeit geschehen, denn das Transmissionskabel geht unter dem Sattel weiter, ohne diesen mitzunehmen; erst bis der nächste Mitnehmer ankommt, wird der Sattel weitergeführt. Es kann jedoch vorkommen, dass in diesem Augenblicke der Schiffer noch nicht bereit ist und es muss daher Vorsorge getroffen sein, dass der zuerst angekommene Mitnehmer das Schiff noch nicht fortführe. Dies geschieht einfach dadurch, dass der Schiffer, bevor er sein Fahrzeug verlässt, um es anzubinden, die Auslöseleine auf dem Schiffe befestigt, während das Anhängetau noch lose bleibt.

Es wird nämlich jeder ankommende Mitnehmer die Auslöseleine einfach anspannen, wodurch der Sattel zum Umkippen gebracht wird. In Folge dieses Umkippens wird der Sattel vom Kabel freigemacht; das mit Bleigewichten beschwerte Anhängetau bringt aber den Sattel sofort wieder zum Aufsitzen auf das Kabel.

Ein einziger mit dem beschriebenen Seilzugsysteme vertrauter Mann ist im Stande, ein Schiff zu führen, so dass auch in den Schiffsbetriebsspesen eine ganz erhebliche Ersparnis erzielt werden kann.

Das Festlegen des Schiffes in einer Station muss mit seinem Vordertheile geschehen. Bevor nämlich der Schiffer behufs Anbindens des Schiffes an das Kabel sich an's Land begibt, muss er das Steuerruder festmachen, und zwar in einer schiefen Stellung, welche das Schiff, sobald die Ingangsetzung erfolgt, vom Lande abdrückt. (Siehe Textfigur 6.) Nachdem nun der Schiffer die früher beschriebene

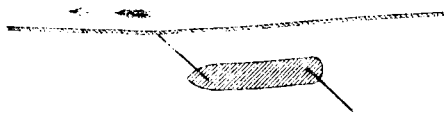


Fig. 6.

Operation des Anbindens am Kabel durchgeführt hat und auf das Schiff zurückgekehrt ist, begibt er sich auf das Vordertheil und drückt nun durch einen mit dem Bootshaken gegebenen Stoß den Vordertheil des Schiffes vom Lande ab. Es ist gut für die Ingangsetzung mit dem Bootshaken mehrere derartige Stöße zu geben, um dem Schiffe eine kleine Bewegung zu erteilen. Dies gethan, lässt nun der Schiffer die „Auslöseleine“ locker und belegt sodann die Bettinge mit dem Anhängetaue in Form eines  $\infty$ .

Der erste Mitnehmer, der nun ankommt, nimmt dann das Schiff mit. Dies dauert höchstens zwei Minuten, da bei einer Kabelgeschwindigkeit von 1 m per Secunde und einer Entfernung der Mitnehmer von 120 m eine Zeit

von 2 Minuten verfließt. Der Schiffer lässt 10 bis 15 m von dem Anhängetau auslaufen, damit das Schiff nach und nach seine normale Fortbewegungs-Geschwindigkeit, d. h. die Geschwindigkeit des Kabels erlangt. Wenn nun das Fahrzeug in Gang gekommen ist, begibt sich erst der Mann zum Steuer.

Auf dem Kanale St. Maur haben die Schiffer bereits die Fertigkeit erworben, die Ingangsetzung des Schiffes ohne Zuhilfenahme irgend eines Apparates durchzuführen. Sie schmieren nämlich die Bettinge mit Talg ein, wickeln das Anhängetau mit einer durch die Erfahrung gegebenen Anzahl von Windungen lose herum und kümmern sich nicht mehr weiter darum. In dem Maße, als nämlich der Zug im Anhängetaue zunimmt, gleitet dasselbe langsam auf den Bettingen ab und setzt sich selbst fest, bis der normale Zug erreicht ist. Mit einer einzigen Betting ist dies wohl nicht so leicht durchführbar.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass die Anwendung mechanischer Apparate zum Ingangsetzen eines Schiffes unbedingt einen zweiten Mann auf demselben erfordert. Dieser Apparat müsste vorne auf dem Fahrzeuge aufgestellt werden, was nicht immer leicht möglich ist.

**Fahrtunterbrechung.** Um während des Ganges die Fahrt des Schiffes zu unterbrechen, genügt es, das Ende der Auslöseleine festzumachen und das Anhängetau nachzulassen. Der Zug, welchen das Schiff ausübt, wird auf die Auslöseleine übertragen, was sofort das Umkippen des Sattels zur Folge hat, und zwar wird dieser Sattel so lange alle ankommenden Mitnehmer überspringen, so lange die Auslöseleine gespannt bleibt.

Der Sattel überspringt selbstverständlich dann auch alle Kabelsplissungen, ein Vorzug, den die „Zwingen“ anderer Seilzugsysteme nicht aufweisen. Da nun kein Kabel ohne Splissungen erzeugt werden kann, so sollte man schon aus diesem Grunde die Anwendung von „Zwingen“ ausschliessen. Das von Herrn Chef-Ingenieur Levy verwendete Kabel (10 km) besteht aus je 1 km langen Stücken, welches jedes für sich auf Zug erprobt wurde, um sodann mittelst Splissung ein Kabel ohne Ende zu bilden.

Dieselbe „Auslöseleine“, welche es ermöglicht, dass man die Fahrt des Schiffes unterbrechen kann, ohne das Anhängetau vom Transmissionskabel trennen zu müssen, dient auch dazu, um sich vom Kabel ganz loszumachen, d. i. wenn das Schiff für längere Zeit die Fahrt unterbricht. Die Lösung dieser Aufgabe war nicht leicht, nachdem doch durch dieselbe Auslöseleine zwei ganz verschiedene Zwecke erreicht werden sollen.

Um nun das Schiff definitiv vom Kabel loszulösen, zieht man zunächst die „Auslöseleine“ an, wodurch der Sattel umkippt; hierauf zieht man mittelst dieser Leine so lange, bis der auf dem Kabel gleitende Sattel gerade dem Schiffe gegenüber liegt, d. h. bis die Auslöseleine mit der Schiffslängsachse einen rechten Winkel bildet; in diesem Momente verlässt der Sattel das Kabel und es stützt sich nun die Birne des Anhängetaues gegen das Kabel. Gibt man der Leine einen stärkeren Ruck, so löst sich die Birne aus der Splissöffnung los und der Sattel fällt zur Erde, von wo derselbe sammt Anhängetau auf das

Schiff gezogen wird. Das Transmissionskabel ist nun ganz frei und der Schiffer hat die ganze Vorrichtung am Bord, um sein Schiff nach Bedarf an irgend einer anderen Stelle wieder an das Kabel anzuhängen.

Vortheile der Anbindevorrichtung mittelst „Sattels“. Diese Vortheile sind folgende:

1. Das Transmissionskabel erleidet an der Anbindestelle keinerlei nachtheilige Inanspruchnahme. Der Zug, welchen der Sattel auf das Kabel ausübt, kann nämlich in eine zum Kabel normale und in eine in dessen Längsrichtung fallende Componente zerlegt werden. Erstere ist verhältnissmässig gering und wird keine sonderliche Inanspruchnahme oder Abnützung des Kabels im Gefolge haben. Letztere drückt nur den Mitnehmerring gegen den Bund, wodurch sich der Zug gleichmässig auf das Kabel überträgt.

2. Man kann den Sattel nicht nur auf dem Kabel gleiten lassen, sondern auch anstandslos über alle Splissungen führen.

3. Wenn man das Fahrzeug definitiv vom Transmissionskabel loslösen will, so zieht man einfach den Sattel sammt Anhängetau auf das Schiff; man macht einerseits das Kabel vollkommen frei und man kann anderseits ganz nach Belieben den Sattel wieder auf das Kabel legen.

4. Die Mitnehmerringe kann man nach Belieben einander nähern, so dass alle 2 Minuten ein solcher passirt, wie dies auf dem Kanale St. Maur der Fall ist. Der Schiffer wird daher im Mittel nie länger als eine Minute warten müssen, um sein Schiff anhängen zu können.

5. Der Sattel geht sehr leicht über alle vorkommenden Rollen und dies ohne Zuhilfenahme von Führungen, so dass keinerlei zerstörende Wirkung zu befürchten ist.

Herr Chef-Ingenieur Levy fasst die Mängel, welche den „Zwingen“ anderer Seilzugsysteme anhaften, folgendermaßen zusammen:

1. Die „Zwingen“ beanspruchen das Kabel in zweierlei Weise, die beide sehr nachtheilig sind; nämlich sie pressen das Kabel und biegen dasselbe zweimal hintereinander in schroffer Art; die an der Oberfläche liegenden Drähte müssen in kürzester Zeit abgeknickt werden.

Wenn die Zwingen auf dem Kabel gleiten, was oft vorkommt, so „schroten sie die Drähte ab“, ähnlich wie ein Hobel wirkt. Nun ist aber bekannt, dass gehärteter Stahldraht seine ganze Widerstandsfähigkeit verliert, wenn man seine Oberfläche verletzt.

2. Die Zwingen gestatten wohl ein Gleiten derselben auf dem Kabel, jedoch nur insoweit, als das letztere cylindrisch ist. Die Zwingen können jedoch Splissungen nicht passiren.

3. Es scheint fast unmöglich, mit einer einzigen Auslöseleine auf eine Zwingenart zu wirken, dass man mit derselben auf dem Kabel gleiten und dann auch sich ganz losmachen kann. Man müsste also zwei Auslöseleinen anbringen. Hierbei wäre aber eine Verwechslung bei der Handhabung der Taue leicht möglich. Um dieses zu vermeiden, ist der Schiffer gezwungen, an's Ufer zu gehen, um sich von der Zwingen loszumachen.

4. Die Zwingen können, da sie alle Hebel besitzen müssen, nicht ohne Zuhilfenahme besonderer Führungen die einzelnen Rollen passiren. Nachdem nun Hunderte von Rollen zu passiren sind, so genügt auch nur ein einziges Versagen der Führung, damit der Zwingenhebel das Kabel gegen die Rolle presst. In Folge des vom Anhängetaue hervorgebrachten Zuges wird diese Kabelpressung immer mehr und mehr zunehmen, so dass bei der beständig fortschreitenden Bewegung des Kabels der Rollenständer einfach umgeworfen werden wird. Es ist auch gar nicht ausgeschlossen, dass das Kabel abgeschnitten wird. Vom Schiffe aus kann man einem derartigen Unfall in keiner Weise vorbeugen.

5. Die Zwingen müssen nothwendiger Weise vorher an das Kabel befestigt werden; sie sind mehr oder weniger voluminöse Apparate, die überdies auch kostspielig sind. Man wird wahrscheinlich nur so viel aufsetzen, als sich Schiffe in der betreffenden Strecke anhängen werden. Daraus folgt ein für den Betrieb sehr einschneidender Nachtheil, denn man wird, um eine Zwingen zu erlangen, 10 bis 15 Minuten warten müssen.

Dies scheint jedoch Herrn Levy nicht der maassgebendste Nachtheil zu sein; Herr Levy hebt vielmehr hervor, dass die aufgesetzten und nicht befestigten Zwingen nothgedrungen an der schraubenförmigen Bewegung des Kabels Theil nehmen müssen; in Folge dessen kommen sie vor ihrem Eintritte in eine Rolle mit ihrem Hebel ebenso leicht unter als über die Führung. Man kann also sagen, dass im Mittel die Hälfte der Zwingen nicht in die Rollen geführt werden; jede nichtgeführte Zwingen kann jedoch den früher erwähnten Unfall nach sich ziehen.

6. Selbstverständlich werden sich die erwähnten Nachtheile in erhöhtem Grade bei jenen Rollen zeigen, welche in Kanalcuren liegen, weil bei diesen das Kabel einen grossen Bogen derselben umspannt.

Anschaffungs- und Betriebskosten. Chef-Ingenieur Levy sagt in seinem Berichte, dass die Anlagekosten seines Seil-Schiffzugsystemes abhängig sind von der Anzahl, Grösse und Geschwindigkeit der gleichzeitig fortzubewegenden Schiffe.

Auf Basis eines jährlichen Schiffsverkehrs von 1 Million Tonnen, und zwar bewerkstelligt mittelst den gebräuchlichen Pénichen zu 300 t Tragfähigkeit, welche mit 0.70 m Geschwindigkeit fortbewegt werden sollen, stellen sich die Anschaffungskosten auf 18.000 Frs. pro Kilometer, wovon 6000 Frs. auf das Kabel, 8000 Frs. auf die Ständer und Rollen und 4000 Frs. auf die Betriebsmaschine entfallen.

Die Betriebskosten sind diesen Annahmen gemäß mit 5600 Frs. pro Kilometer geschätzt, nämlich: 2100 Frs. für den Betrieb der Maschinen, 2780 Frs. für die Unterhaltung und Amortisation des Materials und endlich 720 Frs. für die 4percentige Verzinsung des Anlagecapitals. Die Zugkosten kommen dann auf 0.003 Frs. (= 0.12 kr. Gold) per Tonne und Kilometer. Bei Annahme eines Jahresverkehrs von 2 Millionen Tonnen sinken die Zugkosten auf Frs. 0.00175 (= 0.07 kr. Gold) per Tonne und Kilometer.



Zum Schlusse möge noch erwähnt werden, dass das in Rede stehende Schiffszugsystem nach den mir übermittelten letzten Nachrichten von den Schiffen der Kanäle St. Maurice und St. Maur ausschliesslich benützt wird, da sie dabei viel schneller und billiger fortkommen, als bei dem selbst musterhaft organisirten Pferdezuge auf diesen Kanälen.

### III. Der mechanische Seil-Schiffzug von G. Rigoni.

Auf dem IV. internationalen Binnenschiffahrts-Congresse zu Manchester (1890) fand ich in der damit verbundenen Ausstellung die Zeichnungen des im Titel angegebenen Seilzuges, welches vom Erfinder kurz mit dem Namen „Cable marcheur“ (Transmissionskabel) bezeichnet wird. Herr Ing. Rigoni hatte die Freundlichkeit, mir diese Zeichnungen sammt Beschreibung zu überlassen, so dass ich in der angenehmen Lage bin, darüber die nachstehende Mittheilung zu machen.\*)

a) Beschreibung des Transmissionskabels. Dieses Schiffzug-System basirt auf der Verwendung eines aus Stahldraht erzeugten Kabels von ca. 20 mm Durchmesser, welches in einer gewissen Höhe über dem Wasserspiegel an den Kanalufern läuft und durch Führungs- bzw. Leitrollen, welche in gewissen Distanzen aufgestellt sind, unterstützt wird.

Die Seil-Antriebsmaschinen sind in Entfernungen von 6–8 km aufgestellt und setzen nach jeder Seite hin je eine Kabelsection von 3–4 km Länge in Bewegung.

Die Stärke dieser Maschinen ist abhängig einerseits von dem Umfange des Verkehrs, anderseits von dem Querschnitt des Kanales, welches für den Schiffswiderstand maßgebend ist. Als Motoren können bei verfügbaren Wasserkraften Turbinen oder Wasserräder, sonst Dampfmaschinen mit automatischen Geschwindigkeits-Regulatoren dienen. Diese letzteren sind unbedingt nothwendig, damit trotz des Wechsels in der Beanspruchung des Transmissionskabels dennoch eine gleichmäßige Bewegung desselben eingehalten wird.

Behufs Erzielung eines regelmäßigen Dienstes auf einem Kanale mit einem Jahresverkehr von ca. 500.000 Tonnen genügen Seilantriebs-Maschinen von je 20 Pferdestärken. Die Kraftübertragung auf das Kabel kann mittelst einer Frictionstrommel erfolgen, jedoch ist es für die Dauer des Kabels vorzuziehen, Seilscheiben mit beweglichen Zwingen, ähnlich den Fowler'schen Rollen, zu verwenden.

Jede Maschine besitzt zwei zu einander parallele Antriebscheiben für die beiden Kabelsectionen. Die Achsen dieser beiden Antriebsscheiben stehen mit der Maschinenwelle durch Frictionskuppelungen in Verbindung, wodurch man in der Lage ist, den einen oder anderen Seilstrang aus- bzw. einschalten zu können.

b) Anordnung und Unterstützung des Kabels. Sobald das gezogene Schiff am Ende einer Kanalsection loslangt, wird dasselbe von dem Kabel dieser Section los-

\*) Es muss hier bemerkt werden, dass Ing. Rigoni bereits auf dem I. Binnenschiffahrts-Congress in Brüssel (1885) über sein Seil-Schiffzugsystem eine kleine Abhandlung zur Vertheilung brachte.

gemacht, um unmittelbar an jenes der darauffolgenden Section befestigt zu werden. Diese Operation erfolgt ohne Unterbrechung des Laufes des Schiffes, ja selbst ohne besondere Verringerung der Geschwindigkeit dieses letzteren.

In geradlinigen Kanalstrecken sind die Führungs- und Leitrollen des Kabels in verticalen Ebenen aufgestellt; in gekrümmten Kanalstrecken sind diese Rollen dem Winkel, welchen das vom Kabel beschriebene Polygon bildet, entsprechend geneigt. Damit will nicht gesagt sein, dass die Linie, welche durch das Transmissionskabel gebildet wird, absolut der Uferlinie folgen müsse; es ist jedoch immer empfehlenswerth, das in Rede stehende Kabel so nahe als möglich am Ufer zu haben, damit dasselbe vom Schiffer leicht erreicht werden kann, um sein Fahrzeug anbinden zu können. Gewöhnlich werden die Ständer, welche die oben genannten Rollen tragen, am Fuße der Uferböschungen eingesetzt und zwar derart, dass das Kabel ungefähr 1 m über dem Normalwasserstande läuft.

In den Häfen oder anderen Uferplätzen, wo die Schiffe stationiren (Aus- und Einlade-Stationen) erhebt sich das Kabel auf 4–5 m über den Wasserspiegel und die genannten Rollen werden in diesen Fällen über dem Treppelweg aufgehängt.

Der Durchmesser der Führungsrollen beträgt gewöhnlich 0.45 m und zwar gemessen in der Rollen-Nut; ihre Lagerung muss so einfach als möglich sein und gleichzeitig muss für eine continuirliche Schmierung der Drehachsen gesorgt werden. Die vorgeschlagene Lagerung besteht aus Antimonbüchsen, welche an Ort und Stelle gegossen werden können; die Schmierung erfolgt durch die sogenannte consistente Mineralschmiere, welche durch ein Gewicht automatisch dem Lager zugeführt wird.

Die Auflagerung der in Rede stehenden Rollen erfolgt nicht in symmetrischer Weise, d. h. die Rolle sitzt nicht in der Mitte der Länge der Achse auf, sondern dergestalt, dass mit Rücksicht auf den schiefen Zug die Resultirenden der Kräfte im Momente des Passirens der Schiffsanhängervorrichtung nicht außerhalb des Lagers fällt. (Siehe Fig. 1, Taf. XXVII.)

Die Form der Rollennuth muss derart gewählt werden, dass das Transmissions-Kabel unter allen Umständen, also auch bei Passage der Anhängervorrichtung durch diese Nuth, ohne Anwendung irgend einer Schutzvorrichtung nicht aus der Nuth herausgeworfen werden kann.

Die Leitrollen in den Kurven des Kanales, vom Ingenieur Rigoni Winkel-Leitrollen genannt, weil er die Linie des Kabels als Polygon betrachtet, welches der Uferlinie entspricht, besitzen einen viel größeren Durchmesser als die früher genannten Führungsrollen.

Der Typus der Winkel-Leitrollen, welcher für konkave Kanal-Ufer angenommen wurde, besitzt, wie dies aus der Zeichnung (Fig. 3, Taf. XXVII) deutlich ersichtlich ist, eine breite und tiefe Nuth, deren obere Wange beiläufig die Form des Längsschlitzes der Zwinge besitzt. Die in Rede stehende Winkelrolle wird theilweise durch den oberen Lagerarm der Rollenachse gedeckt, welcher Arm jedoch überdies durch seine besondere Gestalt das sichere Auf- bzw. Ablaufen der Anhängervorrichtung bezweckt.

Es ist besonders hervorzuheben, dass die Neigung der Rollenachsen durch den Winkel, welchen die aufeinander folgenden Kabeltheile (d. h. je zwei Seiten des vom Kabel gebildeten Polygons) bilden, sowie durch den Zug des Kabels (welcher wieder innerhalb gewisser Grenzen mit der Anzahl der angehängten Schiffe variirt) bestimmt wird. Man müsste also, strenge genommen, diese Rollen derart construiren, dass die Neigung derselben in automatischer Weise je nach den eben erwähnten Bedingungen geregelt werde. Diese Konstruktion wäre an und für sich nicht so schwer und zwar durch Anwendung von in Gelenken ruhenden Lagern, welche durch Gegengewichte im Gleichgewichte erhalten werden.\*) Es entstünde jedoch dadurch ein großer Nachtheil für das Transmissionskabel, welches dann sehr leicht Vibrationen ausgesetzt wäre, welche unbedingt vermieden werden müssen. Es ist daher praktischer, den Winkel-Leitrollen eine feste, bestimmte Neigung zu geben, welche der mittleren Spannung des Kabels entspricht.

Für die Winkel-Leitrollen, welche auf convexen Ufern verwendet werden, stellt sich die oben auseinander gesetzte Aufgabe viel einfacher. Die Rollen brauchen hier gar nicht geneigt zu stehen, sondern erhalten die in Fig. 2, Taf. XXVII, angedeutete Lage und Gestalt.

Nachdem das Kabel in sich zurückläuft, so muss dasselbe an jedem Ende seiner Kanalsektion den Kanal übersetzen. Dieses Durchqueren kann entweder unterhalb der Kanalsohle, oder auch, was wohl viel einfacher ist, einige Meter oberhalb des Kanalsspiegels geschehen. Zu diesem Zwecke wird das Kabel über Führungsrollen geleitet, deren Durchmesser möglichst groß sein muss, um der Steifigkeit des Kabels Rechnung zu tragen.

d) Spannvorrichtung des Kabels. Um unbeeinflusst von Temperaturänderungen eine constante Spannung im Kabel zu erzielen, ist eine Spannvorrichtung angebracht, die in gewöhnlicher Weise construirt ist (Textfigur 2).

Um aber auch plötzlich auftretende Beanspruchungen bzw. Geschwindigkeitsänderungen des Kabels, wie sie durch das Anhängen und Ablösen der Schiffe hervorgerufen werden, in ihrer Wirkung auf das Kabel und die Spannvorrichtung unschädlich zu machen, ist an der Spannvorrichtung eine automatisch wirkende Bremsvorrichtung vorgesehen.

Dieselbe ist in Fig. 7 und 8, Taf. XXVII, dargestellt. Auf der Achse der Rolle, über welche die Spannkette läuft, ist eine Kurbel aufgekeilt, an welcher eine Pleuelstange angreift. Das untere Ende dieser Pleuelstange steht mittelst eines Kreuzkopfes mit der Kolbenstange eines mit Wasser ganz angefüllten Cylinders in Verbindung. Zwischen dem Kolben und der Cylinderwandung ist ein kleiner Spielraum gelassen, damit bei der Auf- oder Abbewegung des Kolbens das Wasser in der einen oder anderen Richtung passiren kann.

Wenn nun das Rollengestelle der Spannvorrichtung eine plötzliche Bewegung erfährt, so überträgt sich diese Bewegung auf die Kettenrolle, welche Bewegung durch den auf den Kolben wirkenden Wasserdruck bedeutend gemildert wird. Dieser Wasserwiderstand steht im directen

kubischen Verhältnisse zur Geschwindigkeit, mit welcher sich der Kolben bewegt. Auf diese Weise werden die Geschwindigkeitsänderungen des Kabels durch eine hydraulische Bremse in sanfter Weise ausgeglichen.

e) Die Zwingen (Anhänge-Vorrichtung für das Schiff). Die wichtigste Vorrichtung des ganzen Seil-Schiffszugsystemes ist die Zwingen oder Zange, d. h. die eigentliche Anhänge-Vorrichtung zum Befestigen des Schiffsschlepptaues an das Transmissions-Kabel. Die diesbezüglich angestellten Versuche waren sehr zahlreich und förderten verschiedene Typen von Zwingen zu Tage, welche im allgemeinen in zwei Gruppen eingetheilt werden können.

Die eine Gruppe ist dadurch gekennzeichnet, dass die Zange das Kabel einfach umspannt, ohne dasselbe zusammenzupressen, und sich gegen Vorsprünge stemmt, welche auf dem Kabel in gewissen Distanzen angebracht sind.

Die zweite Gruppe von Zwingen unterscheidet sich von den eben erwähnten dadurch, dass sie das Kabel zusammenpressen und dieserhalb auch keiner Vorsprünge bedürfen, um vom Kabel mitgenommen zu werden.

Die Zwingen der ersten Gruppe waren sehr einfache und solide Apparate, sie functionirten auch während der Versuche sehr regelmäßig (auf dem Kanale St. Martin in Paris und in der dritten Section des belgischen Verbindungskanals der Maas und Schelde), aber sie hatten den Nachtheil im Gefolge, dass die Bunde am Transmissions-Kabel, welche als Anstöße für diese Zwingen dienten, ungemein schnell abgenützt wurden. Ueberdies hatten sie auch noch den Nachtheil, dass der Schiffer den Gang seines Schiffes nicht verlangsamen konnte, ohne die Zwingen vom Kabel ganz herabziehen zu müssen, wodurch derselbe gezwungen war, immer auf's Neue an's Ufer zu steigen, um die Zwingen auf das Kabel legen zu können.

Die Zwingen der zweiten Gruppe sind von den oben erwähnten Nachtheilen frei.

Das von Ingenieur Rigoni erdachte letzte Modell der Zwingen (Fig. 4, Taf. XXVII) besteht zunächst aus einem röhrenförmigen Theile, in welchen das Transmissionskabel durch eine schraubenlinienförmige Oeffnung eingelegt wird.

An einem der Längsrichtung nach umgebogenen und an dem röhrenförmigen Theile angebrachten Ansätze befindet sich ein im Charniere sitzender Hebel, der in horizontalem Sinne wie ein Excenter wirkt. Dieser Hebel wird an seinem einen Ende durch das Anhängetau des Schiffes beansprucht und es wirkt naturgemäß dann das andere Hebelende auf das Transmissionskabel in der Weise ein, dass letzteres gegen den röhrenförmigen Theil der Zwingen gepresst wird, sobald das Anhängetau des Schiffes plötzlich gespannt wird.

Dieser Hebel kann drei verschiedene Stellungen einnehmen:

1. Den Beharrungszustand, d. h. jene Stellung, in welcher wohl das Kabel von der Zwingen umfassen wird, ohne jedoch eine Pressung zu erleiden und ohne auch aus der Zwingen herausspringen zu können. Es ist also ersichtlich, dass in dieser Lage des Hebels die Zwingen einfach auf dem Kabel fortgleitet. Der Hebel wird in dieser dem Beharrungszustand entsprechenden Stellung durch einen

\*) Dies hat Ing. Oriolle bei seinem Schiffszugsysteme gethan.

federnden Knopf gehalten, welcher im Innern in der Nähe des Charniers angebracht ist. Diese Hebelstellung erleidet also nur durch eine plötzliche und heftige Anspannung des Anhängetaues eine Aenderung.

2. Wenn sich diese plötzliche Anspannung des Anhängetaues in der der Bewegungsrichtung des Transmissionskabels entgegengesetzten Richtung geltend macht, so erzeugt sie die sogenannte wirksame Stellung des Hebels, in welcher die Zwingen das Kabel zusammenpresst; die Zwingen folgen also dem Kabel und mittelst des Anhängetaues auch das Schiff. In dem Augenblicke, als der Zug von Seite des Anhängetaues aufhört, tritt der Hebel in vollkommen automatischer Weise in die sub 1 beschriebene Lage des Beharrungszustandes zurück.

3. Wenn der plötzliche Zug, bzw. die Anspannung des Anhängetaues im Sinne der Bewegungsrichtung des Kabels auftritt, so nimmt der Hebel die andere extreme Stellung ein, in welcher die Zwingen einfach vom Kabel herabfällt. Man nennt diese Lage des Hebels die „Auslösestellung“.

Diese Zwingen-Construction bietet sonach folgende Vorzüge:

a) Die Zwingen füllen mit ihrem Querschnitte die Form der Nuthen der Leit- und Führungsrollen aus, so dass dieselben, ohne das Transmissionskabel zu heben, überall passiren kann;

b) die Zwingen gleiten auf dem Kabel, wenn man ohne plötzliche Stöße an dem Anhängetaue zieht;

c) die Zwingen presst das Kabel sofort zusammen, wenn man das Anhängetau plötzlich anzieht; dieser Zustand hält dann so lange an, als vom Anhängetaue aus ein gewisser Zug ausgeübt wird; läßt dieser nach, so gleiten die Zwingen auf dem Kabel;

d) die Zwingen fällt vom Kabel herunter, sobald man mittelst des Anhängetaues auf den Vordertheil der Zwingen einen plötzlichen Zug ausübt;

e) die Zwingen gleiten auf dem Kabel, wenn das Anhängetau, obwohl gespannt, eine Richtung einnehmen würde, welche mit jener des Kabels einen gewissen Winkel überschreitet. Dies hat seinen guten Grund; denn dadurch wird eine Querlage des Schiffes im Kanale verhindert.

Die Zwingen werden entweder aus Phosphorbronze oder aus Stahl erzeugt; sie werden dem Schiffer beim Eintritte in eine Section übergeben, sobald er sich dieses Mittels zur Fortbewegung seines Schiffes bedienen will. Der Schiffer gibt die Zwingen wieder zurück, sobald er nicht mehr das Transmissionskabel benützt.

f) Bettingen für das Anhängetau. Die Ingangsetzung der Schiffe geschieht in einer sehr sanften Weise durch allmähiges Nachlassen des Anhängetaues; dieses Manöver wird durch Anwendung von Bettingen, die gleichzeitig zum Festmachen dieses Taus am Schiffe selbst dienen, bewerkstelligt. Diese Bettingen haben ihre Drehachsen nicht in einer gemeinschaftlichen Verticalebene, diese liegen vielmehr gekreuzt zu einander, damit die einzelnen Schläge des Anhängetaues, welches 3- bis 4mal um diese Bettingen herumläuft, beim Ablaufen desselben sich nicht übereinander legen können.

Die Bewegung dieser Bettingen wird durch eine Frictionsbremse nach Belieben geregelt, so zwar, dass das Anhängetau sich so lange abwickeln kann, als der Schiffswiderstand die Grenze der durch die Bremse erzeugten Reibung überschreitet. Durch Anwendung dieser Bettingen, welche auf Taf. XXVII, Fig. 5 und 6, in Ansicht und Schnitt dargestellt sind, ist man im Stande, die größten Kanalschiffe ohne nachtheilige Stoßwirkung mittelst des Transmissionskabels zur Fortbewegung zu bringen.

g) Dynamometer. Bei jenen Kanälen oder kanalisirten Flüssen, bei welchen man Anschwemmungen von Sand oder Gerölle befürchtet, welche also Anlass zum Aufahren der Schiffe geben könnten, schaltet man zwischen der Zwingen und dem Anhängetaue einen Dynamometer ein, damit auf eine sichere und automatische Weise die Auslösung des Taus, bzw. der Zwingen erfolge, wenn ein plötzlicher Widerstand oder auch eine plötzlich erhöhte Spannung des Zugtaues auftritt.

Diese automatische Wirkung des Dynamometers gründet sich auf das Zusammendrücken einer Feder (Fig. 9, Taf. XXVII), welche sich gegen einen Ring stützt und dadurch die Auslösung einer Zugstange mit schwalbenschwanzförmig gestaltetem Kopfe bewirkt, welcher von zwei in Charnieren beweglichen Backen eingeschlossen ist. Selbstverständlich kann dieser dynamometrische Apparat, wenn er mit einer entsprechenden Theilung versehen ist, auch zur genauen Messung des Schiffswiderstandes in den einzelnen Kanalstrecken verwendet werden.

Der Seil-Schiffszug im Allgemeinen, also auch das vorstehend beschriebene System desselben, bietet folgende Vortheile:

1. Vergrößerung der Fortbewegungs-Geschwindigkeit der Schiffe; diese Geschwindigkeit wird nur durch die Constructionsverhältnisse des Kanals und durch die Größe und Zahl der darauf verkehrenden Schiffe begrenzt.

Es muss hervorgehoben werden, dass der Coefficient der Zeitausnutzung ein bedeutend höherer sein wird, da die Fortbewegung der Schiffe eine continuirliche und jede unnütze Unterbrechung im Gange des Schiffes ausgeschlossen ist. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass mit diesem Systeme des Schiffszuges pro Jahr die doppelte Anzahl von Reisen gemacht werden kann, wie bei dem Pferdezuge.

2. Regelmäßigkeit im Transportdienste, welchen man ganz gut mit dem Güterzugsverkehr der Eisenbahnen vergleichen kann. Diese Regelmäßigkeit hat besonders für den Export jener Waaren, welche von Fluss-, bzw. Kanalschiffen auf Seeschiffe überladen werden, große Wichtigkeit.

3. Völlige Unabhängigkeit eines jeden Schiffes bezüglich seiner Abfahrt oder Einstellung seiner Fahrt, da auf keine Convoi-Zusammenstellung, auf keine Beistellung von Schleppkraft zu warten ist, welche Schleppkraft bis heute auf den meisten Kanälen noch bezüglich ihres Dienstes, bezüglich ihrer Tarife etc. etc. ungemein viel zu wünschen übrig lässt.

4. Ersparnis an Traktionskosten, welche, wenn es sich um einen lebhaften Kanalverkehr handelt, jedem bisher bekannten Zugsysteme siegreich entgegentreten kann.

5. Schonung der Kanalufer, da gar kein Wellenschlag bei diesem Schiffszugsysteme entsteht im Vergleiche zu jenem, welcher bei Anwendung von Schrauben- oder Rad-schleppdampfern auftritt und die Ufererhaltungsspesen nicht unbedeutend beeinflusst.

Bezüglich der Einrichtungskosten dieses Schiffszugsystemes stellte mir Herr Ingenieur Rigoni seine diesbezüglichen Erfahrungsdaten (bei der Einrichtung der Versuchsstrecke auf dem belgischen Verbindungskanale zwischen der Maas und Schelde) zur Verfügung. Diese Ziffern sind folgende:

1. Transmissionskabel zu 20 mm Durchmesser, und zwar bestehend aus 36 Tiegelgussstahl-drähten à 1.9 mm, ferner 13 Weicheisen-drähten à 1.9 mm; Gewicht per lfd. Meter 1.25 kg à Frcs. 0.90, somit für eine 10 km lange Versuchsstrecke 20 km Länge des Kabels . . . . .	Frcs. 23.000
2. Leit- und Führungsrollen aus Gusseisen zu 0.40 m Diam. ca. 60 kg schwer, im Ganzen 400 Stück . . . . .	" 16.000
Winkelrollen für convexe Ufer zu beiläufig 90 kg per Stück, 40 Stück . . . . .	" 2.600
Winkelrollen für concave Ufer zu beiläufig 120 kg per Stück, 40 Stück . . . . .	" 3.200
Große Leitrollen zu 200 und 250 kg per Stück, im Ganzen 20 Stück . . . . .	" 3.850
3. Betriebsmaschine mit Kessel sammt Antriebsrollen . . . . .	" 34.400
Einrichtungskosten für 10 km . . . . .	Frcs. 83.050
somit per Kilometer . . . . .	" 8.300

Bezüglich der Betriebsspesen gibt Herr Ingenieur Rigoni für einen Jahresverkehr von 500.000 Tonnen folgende Ziffern an:

1. Eigentliche Betriebsspesen (für 10 km Kanalstrecke)	
1 Maschinist . . . . .	Frcs. 1.800
1 Heizer, bezw. Schmierer der Rollen . . . . .	" 1.200
1 Streckenwächter . . . . .	" 1.200
150 Tonnen Kohle à Frcs. 20 . . . . .	" 3.000
Oel, Talg etc. für Maschine und Rollen . . . . .	" 1.500
Kleinere Reparaturen . . . . .	" 1.500
Abnützung der Zwingen etc. . . . .	" 800
Für 10 km . . . . .	Frcs. 11.000
somit pro Kilometer . . . . .	Frcs. 1.100
2. 5% Verzinsung des Anlage-Kapitales pro Kilometer Frcs. 8300 = . . . . .	" 415
3. Abnützung des Transmissionskabels zu 15% = . . . . .	Frcs. 345
der Betriebsmaschine 8%, der Rollen 10%, Lagerböcke etc. 5% = . . . . .	" 440
somit Amortisationsquote . . . . .	" 785
Folglich Betriebsspesen pro Kilometer . . . . .	Frcs. 2.300
Auf einen Jahresverkehr von 500.000 Tonnen vertheilt, gibt pro Tonnen-Kilometer $\frac{2300}{500.000} = 0.0046$ Francs =	

0.184 kr. Gold, auf einen Jahresverkehr von 1 Million Tonnen daher 0.0023 Frcs. = 0.092 kr. Gold. \*)

h) Praktische Versuche mit diesem Schiffszugsystem. Die nachstehenden Daten sind einem officiellen Protokolle entnommen, welches der königl. belgische Ingenieur F. de Schryver am 30. Juni 1885 abfasste.

Durch den Ministerial-Erlass vom 16. März 1882 wurde Herr Ingenieur Rigoni ermächtigt, mit seinem Seil-Schiffszugsysteme auf dem Verbindungskanale zwischen der Maas und Schelde in einer Ausdehnung von 4 km einen praktischen Versuch zu machen.

Die Ergebnisse waren folgende:

1. Es kann ein Kabel von beträchtlicher Länge längs der Kanalufer mit vollkommener Gleichförmigkeit bewegt werden, ohne dass sich irgend welche Anstände ergeben.

2. Dieses Kabel behält die Gleichförmigkeit bei, d. h. die Inanspruchnahme desselben ist eine regelmäßige, gleichgiltig ob sich an irgend einem Punkte ein Schiff behufs Fortbewegung an- oder abhängt.

3. Die Befestigung der Schiffsschlepptaue an dem Transmissionskabel erfolgt in praktischer Weise. \*\*)

4. Die Ingangsetzung der Schiffe geschieht in sanfter Weise mit Ausschluss jedes Stoßes.

5. Die einzelnen Constructionstheile zeichnen sich durch ihre Einfachheit aus.

In Folge dieser Versuchsergebnisse gewährte das königl. belgische Ministerium des Innern mittelst Erlasses vom 14. Juli 1883 Herrn Ingenieur Rigoni die Concession zum Betriebe seines Seil-Schiffszuges auf der dritten Section des früher genannten Verbindungskanales, und zwar zwischen Antwerpen und Herenthal. Die in dieser Section zugestandene Geschwindigkeit für die Fortbewegung der Schiffe betrug 4 km per Stunde.

Herr Rigoni verlangte von den Schiffen per Tonnen-Kilometer 0.006 Frcs. (= 0.24 kr. Gold).

Der im Jahre 1885 auf diesem Kanale durch den Pferdezug aufgestellte Tarif beträgt 0.0075 Frcs. (= 0.3 kr. Gold) per Tonne und Kilometer.

Auf dem Kanal von Charleroi beträgt dieser Tarif 0.00822 Frcs. (= 0.33 kr. Gold); †) auf dem Kanal von Terneuzen 0.01365 Frcs. (= 0.54 kr. Gold); auf dem Kanal von Louvain 0.006 Frcs. (= 0.24 kr. Gold); auf dem Kanal von Willebroeck 0.00583 Frcs. (= 0.233 kr. Gold. ††)

\*) Da Rigoni seinem Transmissionskabel eine viel geringere permanente Spannung als Levy gibt, so können, ohne in eine Beurtheilung der Vor- und Nachtheile des einen oder anderen Systems einzugehen, die Anschaffungskosten des Kabels, die Rollenständer etc. billiger sein. Rigoni empfiehlt selbst sein System nur für Kanäle mit geringerem Jahresverkehre und gesteht zu, dass für die Bewältigung von bedeutenderem Verkehre (über 1 Million Tonnen) das Levy'sche System den Vorzug verdiene. \*\*) Seit 1885 hat Herr Rigoni in der Art und Weise der Befestigung des Schlepptaues am Kabel eine bedeutende Verbesserung angebracht. Diese verbesserte Zwinne wurde oben beschrieben.

†) Der Pferdezug ist auf diesem Kanale monopolisirt, d. h. er wird auf je 5 Jahre an den Meistbietenden gegen vom Staate genehmigte Tarife vergeben.

††) Die beiden letzten Posten, nämlich Louvain- und Willebroeck-Kanal, zeigen wieder recht deutlich, welch' enormen Vorthail ein geregelter Dienst im Schiffszuge bietet. Auf dem ersteren besteht ein monopolisirtes Pferde-, auf dem letzteren ein monopolisirtes Ketten-Schiffszug. Auf dem Terneuzenkanal herrscht noch der ganz unorganisirte Pferdezug.

Diese Ziffern sind alle dem erwähnten Protokolle entnommen.

Nicht unerwähnt soll hier bleiben, dass Herr Ingenieur Rigoni (seiner Mittheilung nach) bereits in den Jahren 1861 und 1862 mit der Idee eines Schiffszuges mittelst Drahtseiles ohne Ende vor die Oeffentlichkeit trat; andererseits haben die Herren Troll und Mercier in Lyon gleichfalls schon im Jahre 1862 ein Patent auf die „Fortbewegung von Schiffen mittelst Seiles ohne Ende“ erlangt. Im Jahre 1869 erhielt Herr Malecieux in St. Quentin ein Patent für eine gleichlautende Erfindung; im Jahre 1882 traten Herr Ingenieur Oriolle in Nantes und Herr Ingenieur Rigoni in Brescia als Patentwerber für den Seil-Schiffszug auf. (Ingenieur Rigoni hat bereits 1881 in Belgien ein diesbezügliches Privilegium erworben; im Jahre 1883 erhielt er auch das Patent in Deutschland.)

Alle oben angeführten, in den Sechziger-Jahren erworbenen Patente wurden leider nicht in die Praxis übertragen. Thatsächlich waren es die Versuche Rigoni's auf der an obiger Stelle erwähnten belgischen Kanalstrecke, welche zuerst in dieser Richtung gemacht wurden.

Als eigentlichen Erfinder müsste man streng genommen Ferd. Hirn hinstellen, denn er war der Erste, der schon im Jahre 1850 auf die Kraftübertragung durch Drahtseile hinwies und dieselbe auch praktisch ausführte.

Aus dem bisher Gesagten geht wohl deutlich hervor, dass der mechanische Seil-Schiffszug zweifellos für die Schifffahrtskanäle die Betriebsart der Zukunft ist, denn nur diese Art bietet die bisher immer angestrebte, aber noch nicht gleichzeitig erreichte Regelmäßigkeit, Schnelligkeit und Billigkeit des Fortkommens der Schiffe.

Für uns in Oesterreich hat allerdings die eine oder die andere Methode zur Fortbewegung der Schiffe auf Kanälen gegenwärtig nur einen theoretischen Werth; immerhin wollen wir uns jedoch auch mit diesen Fragen ernstlich beschäftigen, da ja das Bestreben, dass auch bei uns endlich Schifffahrtskanäle gebaut werden, von Tag zu Tag mehr Berechtigung und Anerkennung gewinnt.

Zum Schlusse entledige ich mich noch gerne der angenehmen Pflicht, den Herren Rigoni und Levy für ihr freundliches Entgegenkommen an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

#### IV. Einiges über den im Bau begriffenen Schifffahrts-Kanal von Amsterdam zum Merwede-Flusse.

Schon im Jahre 1822 verbesserte man auf Staatskosten den Wasserweg zwischen Amsterdam und dem Rheine und zwar geschah dieses durch Regulirung des von Amsterdam zu Flusse „Lek“ führenden Kanales, der sogenannten „Keulsche vaart“.

Später im Jahre 1825 wurde der „Zederik-Kanal“ erbaut, welcher die kürzeste Verbindung mit dem Waalflusse ermöglichte. Auf diese Weise hatte man eine Schifffahrtsstraße hergestellt, welche dem Staate beträchtliche Kosten

verursachte; dieser Wasserweg genügte wohl den Bedürfnissen der damaligen Schifffahrt. Heute liegt jedoch die Sache anders. Seitdem die Stadt Amsterdam den Nordseekanal besitzt, also eine Verbindung mit dem Meere, machte sich lebhafter denn je das Bedürfnis geltend, auch zum Rheine hin eine leistungsfähige Wasserstraße zu erlangen.

Die Eingangs erwähnte „Keulsche vaart“ ist an vielen Stellen sehr schmal und bildet viele Serpentinaen mit scharfen Krümmungen, so dass also längere Schiffe nicht passiren können. Ueberdies genügen auch die eingebauten Schleusen, wegen ihrer zu geringen Ausmaße (8 m lichte Weite, zulässige Schiffstauchung 2·10 m) nicht den heute verkehrenden Rheinschiffen, welche 10 m Breite und einen Tiefgang von 2·40 m erreichen.

Um diesen für den Handel Amsterdams so nachtheiligen Zustand in der benannten Wasserstraße zu beseitigen, entschloss sich im Jahre 1884 die holländische Regierung, mit theilweiser Benützung dieses alten Wasserweges, einen Verbindungskanal in solchen Dimensionen zu erbauen, der die Befahrung selbst mit den größten Rheinschiffen ermöglichen soll.

Dieser Kanal möge nun im Nachfolgenden näher beschrieben werden. (Man vergleiche hiezu die Skizzen auf Taf. XXVIII.) Er beginnt beim sogenannten Binnen-Y, auch Nordzee-Canal-Becken genannt (welches durch einen starken Damm vom Zuidersee abgetrennt wurde), geht in seinem Verlaufe, mit theilweiser Benützung der „Vecht“ in die Nähe der alten Handelsstadt Utrecht, benützt eine längere Strecke den vaartschen Rijn, gelangt sodann bei den Städten Vresswijk und Vianen zum Flusse Lek; von letzterer Stadt aus geht die Trace dem früher genannten Zederik-Kanal entlang bis zur Einmündung in den Merwede-Fluss (einen der vielen Rheinarme) bei der Stadt Gorinchem. Diese ganze Strecke Amsterdam-Gorinchem beträgt 70 km.

Das Kanalprofil zeigt 20 m Breite an der Sohle und 34·40 m am Wasserspiegel bei 3·10 m Wassertiefe. (Fig. 3.)

Die lichte Thorweite der Schleusen dieses Kanales ist mit 12 m, die nutzbare Länge mit 120 m festgesetzt; man hat also gegründete Hoffnung, mit diesen Kanal- und Schleusen-Dimensionen noch auf eine lange Reihe von Jahren hinaus auskommen zu können.

Ueber den Kanal führen mehrere Drehbrücken mit doppelten Oeffnungen von je 14 m; außerdem übersetzen den Kanal noch vier Eisenbahnbrücken, von denen drei Spannweiten von je 79·50 m, 98·70 m und 64·30 m besitzen, während die vierte Brücke eine Drehbrücke mit den gleichen Dimensionen, wie die oben genannten Drehbrücken, ist. Die lichte Höhe des Brückendurchlasses über dem höchsten Wasserstand beträgt 6·50 m, so dass die größten Rheinschiffe auch im unbeladenen Zustande passiren können.

Bezüglich der Kanalcurven, deren Zahl übrigens auf ein Minimum beschränkt wurde, ist zu erwähnen, dass deren Halbmesser zwischen 500—1500 m betragen; nur an jenen Stellen, wo man sich an die alten Wasserwege anschloss, kommen auch kleinere Radien vor.

Selbstverständlich ist die Kanalsohle an jenen Stellen, welche Krümmungsradien von 500 m und weniger aufweisen,

genügend verbreitert, so dass sich zwei der größten Rheinschiffe (79 m Länge) anstandslos begegnen können.

Die Kanalsohle ist auch in der Nähe der Schleusen und bei den Brücken erweitert und zwar auf eine Länge von 100 m.

Der neue Kanal durchkreuzt viele Polders,\*) woraus folgt, dass der Wasserspiegel des Kanales im Allgemeinen höher liegt als das umgebende Land. Die einzelnen Haltungen des Kanales stehen in offener Verbindung mit den Wasser-Abzugskanälen der Polders, wo es die Wasserspiegel-Verhältnisse gestatten. Der neue Kanal schneidet jedoch manchmal auch solche Abzugskanäle von Poldern, welche nicht den gleichen niedrigsten Wasserstand besitzen; um nun in diesen Fällen die Wasserzirkulation zu ermöglichen, hat man Syphons angelegt, welche unter dem neuen Kanale durchgehen. Sind die unter letzteren Umständen (d. h. bei nicht gleichen niedrigsten Wasserständen) vom neuen Kanale durchschnittenen Wasserläufe für die Schifffahrt bestimmt, so musste man in den Kanaldamm Kamerschleusen einbauen, damit eine ungehinderte Schifffahrt in den durchschnittenen Kanälen möglich ist.

Der in Rede stehende neue Kanal besitzt vier Haltungen, nämlich:

Die erste Haltung erstreckt sich von der in Zeeburg bei Amsterdam angelegten Doppelschleuse bis zur Schleuse westlich von Utrecht; die Länge dieser Haltung beträgt 37 km.

Die zweite Haltung beginnt bei der eben genannten Schleuse (westlich von Utrecht) und endigt bei der Doppelschleuse am rechten Ufer des Lekflusses bei Vreeswijk. Diese Doppelschleuse ist im Flussdamme angebracht. Die Länge dieser Haltung beträgt 10 km.

Die dritte Haltung beginnt am linken Ufer des Lekflusses bei Vianen; auch hier ist eine Doppelschleuse in den Flussdamm eingebaut. Diese Kanalhaltung reicht bis zur Schleuse bei Gorinchem, welche in den nördlich gelegenen Damm des Steenenhoek-Kanales eingebaut ist. Die Länge dieser Haltung beträgt 21.50 km.

Wie man sieht, schneidet der Kanal zwischen der zweiten und dritten Haltung den Lekfluss.

Die vierte Haltung endlich, welche nur eine Länge von  $\frac{3}{4}$  km besitzt, erstreckt sich von der zuletzt genannten

\*) Unter Polder versteht man ein von Deichen umgebenes Terrain, welches tiefer liegt als die Kanäle oder Flüsse. Jeder Polder ist mit Windmühlen — in letzterer Zeit auch mit Dampfmaschinen — versehen um das Grund- und Regenwasser von dem Terrain wegzuschaffen. Selbstverständlich muss der Anlage und dem Baue der Deiche die grösste Aufmerksamkeit zugewendet werden, da sonst ein jedes Hochwasser das tief gelegene Land verwüsten würde. In früheren Jahrhunderten litten die einzelnen Theile Hollands ungemein unter den Ueberschwemmungen. Seit 1737 wurde, durch planmässig ausgeführte Deichbauten das Land südlich vom IJ und Zuidersee, ebenso südlich vom Lek und der Rotterdamer-Maas nicht mehr überschwemmt. Seit 1855 auch nicht mehr der Länderstrich zwischen Lek und Waal. seit 1861 nicht mehr das Land zwischen Waal und Maas, seit 1880 endlich auch nicht mehr das Land südlich des Meerwede-Flusses. Das südlich von der Maas und Nord-Brabant gelegene Terrain ist bei jedem Hochwasser inunndirt, es sind jedoch alle Bauten darnach eingerichtet. Vom Meere aus fand die letzte Ueberschwemmung im Jahre 1885 statt; die diesbezüglichen Schutzdämme wurden jedoch seit dieser Zeit verstärkt und erhöht, so dass nun auch in dieser Richtung nichts mehr zu befürchten ist.

Schleuse bis zur Schleuse, welche die Kanalmündung vom Merwedeflusse abschliesst.

Die Fahrrinne zwischen dem Nordzee-Kanal und der Zwillingschleuse bei Zeeburg ist circa 1400 m lang. Auf die Länge eines Kilometers ist der Wasserspiegel dieser Rinne auf 120 m erweitert und auf beiden Seiten mit Anlandestellen zu 50, bezw. 100 m Breite versehen.

Der Tiefwasserstand des Nordzeekanals stimmt gewöhnlich mit dem Wasserspiegel der ersten Canalhaltung überein; wenn geschleust wird, so handelt es sich nur um die Ueberwindung ganz minimier Gefälldifferenzen.

Die Gefälldifferenz zwischen der ersten und zweiten Haltung beträgt 1 m, welche durch die westlich von Utrecht gelegene Schleuse überwunden wird.

Die Schleuse bei Vreeswijk ist mittelst eines Vorhafens von 280 m Länge und 60 m Breite (bei mittlerem Wasserstande) mit dem Lekflusse verbunden. Die im linken Flussdamme des Lek eingebaute Schleuse bei Vianen ist mittelst eines grossen Vorhafens mit dem Flusse in Verbindung gebracht. Dieser Vorhafen, der gleichzeitig auch als Zufluchtschiffahrt dient, hat eine Länge von 660 m und eine Breite von 110 m bei mittlerem Wasserstande.

Nach der Lekfluss Passage beginnt die dritte Kanalhaltung und zwar hat dieselbe ein Gefälle von 1.40 m nach abwärts zu überwinden. Die Kreuzungsstelle des Lekflusses bildet daher den höchsten Punkt der Trace.

Gewöhnlich ist der Normalwasserspiegel der dritten Haltung höher als jener der vierten Haltung; die Höhendifferenz ist ganz unbedeutend und erreicht nur in aussergewöhnlichen Fällen 1 m.

Die Schleuse von Gorinchem ist gleichfalls mittelst eines grossen Vorhafens, der eine Fläche von 11 ha bedeckt, mit dem Merwedefluss in Verbindung gebracht.

Die Kosten des ganzen Kanales belaufen sich auf rund 21 Millionen holl. Gulden = 36 Mill. Mark, somit pro Kilometer Kanal auf  $\frac{36,000,000}{70} = 500,000$  Mark.

Die Kosten der Schleusen sind folgende:

a) Doppelschleuse in Amsterdam . .	1,020.000 holl. Gulden
b) Schleuse zu Utrecht . . . . .	180.000 " "
c) " " Vreeswijk . . . . .	790.000 " "
d) " " Vianen . . . . .	580.000 " "
e) Nördl. Schleuse zu Gorinchem . .	270.000 " "
Südl. " " " . . . . .	700.000 " "

Summe . . 3,540.000 holl. Gulden

gleich rund 6 Millionen Mark.

Zum Schlusse soll noch erwähnt werden, dass die Schifffahrt bereits von einzelnen Theilstrecken dieses neuen Kanales (nördliche und südliche Kanalhaltung vom Lekflusse) Nutzen zieht. Der ganze Kanal wird mit dem Jahre 1892 dem Verkehre übergeben und dadurch eine äusserst wichtige Wasserverbindung zwischen Deutschland und Holland hergestellt werden. Die großen Rheinschiffe, welche bisher nur nach Rotterdam gelangen konnten, werden nun auch die Haupt- und erste Handelsstadt Hollands, nämlich Amsterdam, anlaufen können.

Nicht unerwähnt möge bleiben, dass jegliche Abgabe für die Schifffahrt auf diesem neuen Kanale entfällt.



## Ueber Felssprengungen unter Wasser mit Bezug auf die Arbeiten am Eisernen Thore.

Vortrag gehalten in der Plenarversammlung des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines am 4. April 1891 vom diplomirten Ingenieur  
Michael von Könyves-Tóth.

(Hiezu Tafel XXIX—XXXII.)

Als Se. Excellenz der kön. ungar. Handelsminister Baross im Juni 1889 einen Concours für Methoden, resp. Apparate zur Entfernung der unter Wasser liegenden Felsen an den unteren Donau-Katarakten ausschrieb, gab es wohl keinen Wasserbau- und Spreng-Techniker im ganzen Lande, der sich nicht lebhaft für die Bewältigung dieser Aufgabe interessirt haben würde. Selbst weit von ausserhalb der Grenzen unseres Vaterlandes, von ganz Europa kamen Techniker herbei, um diese bis jetzt wohl einzig auf unserem Continente dastehende Aufgabe zu studiren.

Bei dieser ersten Ausschreibung war nur ein Offert eingegeben worden, welches allen Bedingungen vollkommen entsprach und zur Probearbeit auf eigene Kosten zugelassen wurde, es war die von den rühmlich bekannten Sprengtechniker Herrn k. u. k. Genie-Obersten Johann Lauer eingegebene Methode mit frei aufgelegten Sprengladungen.

Im December 1889 erfolgte vom königl. ung. Handelsminister eine neue Ausschreibung auf Methoden und Apparate zur Entfernung unter Wasser liegender Felsen, welche zur Folge hatte, dass am 31. Jänner 1890 12 Offerte einlangten. Darunter befand sich auch ein Offert auf eine Sprengmethode, welche Ingenieur Thunhart mit mir zusammen ausgearbeitet hat und auf Grund deren unser Offert eingereicht wurde.

Ich werde mir erlauben, hierüber noch nähere Mittheilungen zu machen. Vorher bitte ich mir zu gestatten, einige Worte über das vom Ingenieur Thunhart construirte und von der Maschinenfabrik der königl. ungar. Staatsbahnen für das Eisernen Thor ausgeführte Felsbrechschiff, „Sziklatörö“ benannt, sprechen zu dürfen, da dasselbe mit dem Bohrsystem combinirt in Anwendung gelangen soll.

### Ingenieur Thunhart's Felsbrechschiff „Sziklatörö“.

Bei der Construction des Felsbrechers ging Ingenieur Thunhart von dem Gesichtspunkte aus, den Felsen unter Wasser in derselben Weise auf mechanischem Wege zu zertrümmern und abzumeisseln, wie die Steinbearbeitungsmaschinen oder der Steinmetz selbst den Steinblock mit dem Meissel bearbeiten. Es soll mit dieser Methode derselbe Nutzeffect erzielt werden, wie mit den brisanten Sprengmitteln und es ist damit der große Vorzug verbunden, dass Menschenleben den Gefahren, welche mit dem Verbrauch so colossaler Quantitäten Dynamit auch bei der denkbar größten Vorsicht unvermeidlich sind, nicht ausgesetzt werden.

Das Felsbrechschiff besteht, wie auf Taf. XXIX zu sehen ist, seiner Wesenheit nach aus einem 35 m langen und 6.5 m breiten, 2.50 m hohen Eisenschiffe, welches einen Tiefgang von 1.30 m erhält. In der Längsachse dieses Schiffes sind sechs oben offene, unten geschlossene 2.20 m lange, 1.30 m breite, elliptisch geformte Caissons derart eingehängt, dass sie in eigenen Schiffsschlitten, welche 3 m von Mitte zu Mitte abstehen, in kräftigen Rollenführungen durch hydraulischen Druck leicht auf und ab bewegt werden können und so tief senkbar sind, dass die Flusssohle normal

bis 4 m unter dem jeweiligen Wasserstande abgearbeitet werden kann. Im Bedarfsfalle können die Caissons noch durch Einschaltung eines Ringes um 1.20 m verlängert werden und so bis auf 5.20 m unter Wasser arbeiten.

In jeden dieser Caissons ist ein Dampfhammer derart eingebaut, dass seine verlängerte Kolbenstange in einer Stopfbüchsenführung auf Hubhöhe, d. i. 0.65 m aus dem unteren Caissonboden hervortreten kann. An dem unteren Ende der Kolbenstange ist der auswechselbare Gussstahlmeissel, welcher mit vorstehenden Kreuzschneiden ausgebildet ist und 25 cm Durchmesser hat, befestigt. Jeder Dampfhammer arbeitet mit 5 Atmosphären Ueberdruck, macht 100—150 Schläge per Minute und ist im Stande einen Aufschlageffect von 3000 mkg mit dem Meissel auf den Felsen abzugeben.

Im Innern des Caissons kann ein Arbeiter leicht die Auswechslung des Meissels, nach Verschluss der Stopfbüchsenöffnung mit einem Schieber, bewerkstelligen.

Das Heben und Senken eines jeden Caissons bewirken zwei hydraulische Druckpistons, welche je an beiden Seiten des Caissons angebracht sind. Der im Innern des Caissons stehende Maschinist ist im Stande, durch Drehung eines Hebelrades sich mit dem Caisson beliebig über dem Felsen zu heben oder zu senken, die Dampfhammerschläge zu verlängern oder zu verkürzen, zu verstärken, abzuschwächen oder ganz aufzuheben. Auch kann er sich durch daselbst entsprechend angebrachte Sondirvorrichtungen jeden Moment von der Lage und Beschaffenheit des abzuarbeitenden Felsens überzeugen.

Wie aus der Zeichnung, Taf. XXXII, Fig. 3, ersichtlich, wird die Aufstellung, Verankerung, Vor- und Seitwärtsbewegung des Felsbrechschiffes mit der auf dem rechtsseitigen Führungsponton angebrachten Dampfslirung derart bewerkstelligt, dass ein Einstellen desselben auf Decimeter genau hiedurch ermöglicht ist.

Zwischen zwei Führungspontons, welche untereinander steif verbunden und durch eiserne Fixirungspiloten am Felsgrunde festgestellt sind, bewegt sich das Felsbrechschiff mit seinen sechs Dampfmeisseln stampfend aufwärts, einen 50 m langen Felsabbruch in Meisselbreite herstellend. Die Vorgabe beträgt jedesmal circa 30 cm und arbeiten die in einer Linie hintereinander staffelförmig gestellten Caissons, resp. Meissel stetig vorrückend, jeder je nach der Härte des Gesteines wechselnd, eine 10 bis 30 cm hohe Felsstufe ab.

Am oberen Ende der Arbeitszone angelangt, wird der Apparat mit der am Vorderdeck desselben aufgestellten Dampfwinde wieder in seine unterste Stellung gebracht und die Kanalsohle entweder nochmals nach aufwärts durchgearbeitet, oder es werden, falls dies nicht mehr nöthig ist, die Führungs-Pontons nach Hebung der hinteren Fixirungspiloten, um die Breite der Vorgabe, d. i. um 30 cm gegen die Arbeitsrichtung mit der Dampfslirung verstellt, und das Felsbrechschiff wieder stromaufwärts in Thätigkeit gesetzt. Derselbe Vorgang wiederholt sich bei jeder Tour, bis die Kanalsohle überall gleichmäßig tief, vollkommen eben

abgearbeitet, und der Cunettenrand erreicht ist. Der abgebrochene Fels wird derart in kleine Stücke und Schutt zerstampft und durch die reissende Strömung selbst nach tiefer gelegenen Partien der Kanalsohle geschafft, dass ein Herausfordern desselben aus dem Wasser größtentheils unnöthig wird. Um auch jene Steintrümmer, welche durch Sprengung von der Felsbank schon ganz losgelöst wurden und nicht zerstampft zu werden brauchen, möglichst rasch aus dem Kanalprofile herausfordern zu können, sind an den beiden Führungspontons je 2 Stück verschiebbare Priestmann'sche Zangenbagger angeordnet, welche die losen Steine aus der Sohle in danebenstehende Steinschiffe heben.

Ein solcher Apparat, wie der oben besprochene, jedoch ohne Führungspontons und bloß mit einem Caisson in der Mitte, wurde, wie ich Eingangs erwähnte, von der Maschinenfabrik der königlich ungarischen Staatsbahnen für das Eisernen Thor angefertigt und behufs Probearbeit gegen Ende April 1890 am Jucz-Katarakte aufgestellt. (Taf. XXXII, Fig. 1.)

Das Resultat der kurzen Probearbeit in dem sehr harten Diorit-Gestein, war nach Angabe des Ingenieur Thunhart ein überraschend günstiges. Es zeigte sich am Gussstahlmeissel nach sechsstündiger Arbeit kaum eine nennenswerthe Abnützung und war an demselben Meissel nach einer 14stündigen Arbeit eine Schneiden-Abnützung von bloß 1 cm zu constatiren. Der Caisson ließ sich mit Leichtigkeit in jede gewünschte Stellung bringen, der Dampfhammer machte seine 100—120 Schläge in der Minute, auch die Lavar- sowie die Sondir-Vorrichtung functionirte befriedigend.

Gleich bei Beginn der Probearbeit zeigte sich, dass die Umsteuerung des Dampfhammers öfters versagte, was jedoch auf keinen Constructions- oder Systemfehler zurückzuführen ist, sondern lediglich in der Montage gelegen war. Die Direction der Maschinenfabrik der königlich ungarischen Staatsbahnen ließ in zuvorkommender Weise den vorerwähnten Mangel sofort beheben, was aber, da in Orsowa keine Hilfsmittel vorhanden waren, circa 20 Tage Zeit in Anspruch nahm.

Nach Aussage des Ober-Ingenieurs der königlich ungarischen Maschinenfabrik, Herrn Roth, welcher die Ausführung des Probeapparates leitete, arbeitet jetzt der reconstruirte Dampfhammer sehr ruhig und geräuschlos, was uns auch von dem Leiter der Probearbeiten bestätigt wurde.

Da mittlerweile jedoch die gesammten Arbeiten am Eisernen Thore an eine General-Bauunternehmung übergangen, so wurden auch die weiteren Probearbeiten, welche vom königlich ungarischen Handels-Ministerium in eigener Regie eingeleitet waren, sistirt, und alle weiteren Verfügungen der General-Bauunternehmung selbst überlassen.

Das bei dieser Probearbeit gewonnene Arbeits-Resultat konnte leider nicht genau erhoben werden. Schuld daran war, dass der Apparat bloß sehr kurze Zeit an jener Stelle arbeiten konnte, an welcher Querprofile über die Felsbank früher aufgenommen worden waren, und dass nach Einstellung der Probearbeiten eine Messung der geleisteten Arbeit nicht gemacht wurde.

Es konnte nur durch die am Apparate selbst unmittelbar 30 cm vor und 30 cm nach dem Meissel in der Arbeits-

richtung angebrachte Sondirvorrichtung der Fels absondirt und dadurch die vom Meissel während seiner Thätigkeit geleistete Arbeit gemessen werden, welche nach wiederholten Aufzeichnungen folgendes Resultat ergab:

Meisselfortschritt in der Minute . . . 1.00 Meter  
 Meisselbreite . . . . . 0.25 „  
 Höhenunterschied vor und nach der Abmeisselung 0.20 m, 0.15 m, 0.10 m, im Mittel . . . . . 0.15 Meter  
 Hubzahl, Schläge in der Minute . . . 100—120  
 ergibt per Stunde Felsabbruch:

$$1.00 m \times 0.25 m \times 0.15 m \times 60 = 2.25 \text{ Cubik-Meter}$$

Für den ungünstigsten Fall bloß 50 %

Nutzleistung angenommen, per Stunde 1.1 „  
 Per Tag in 10 Arbeitsstunden . . . 11.0 „

Kosten per Arbeitstag, während der Probearbeit gerechnet:

Bemannung, Kohle, Meisselabnützung und Materialverbrauch . . . . . 75 fl.  
 Regie . . . . . 20 „  
 Maschinen, Reparaturen und sonstige Anschaffung 20 „  
 Zusammen per Tag . . . . . 115 fl.

somit Kosten für 1 m<sup>3</sup> Felsabbruch 115 : 11.0 = 10 fl. 45 kr.

Es sei hier jedoch ausdrücklich bemerkt, dass sich diese angenäherte Kostenaufstellung bloß auf die kurze Probearbeit bezieht, und daher keine Arbeitsausnützung, Amortisirung, Gewinn etc., noch eine Profilaufnahme der Preisberechnung zu Grunde liegt.

Ich komme nun auf das am 31. Jänner 1890 zu Folge der zweiten Ausschreibung des k. ung. Handels-Ministeriums vom 5. December 1889 von uns eingegebene Project, betreffend eine Methode, beziehungsweise einen Apparat zur Beseitigung der unter Wasser liegenden Felsen am Eisernen Thor, zu sprechen.

Wie schon Eingangs erwähnt, wurden bei dieser zweiten Offertverhandlung 12 Offerte auf Sprengmethoden, beziehungsweise Apparate eingereicht; da sich jedoch mittlerweile eine Generalbau-Unternehmung fand, welche die Gesamtarbeiten am Eisernen Thore zur Ausführung übernahm, so wurden alle eingegebenen 12 Projecte den Einreichern ohne Verhandlung und ohne irgendwelche Bemerkung einfach wieder zurückgegeben. Natürlicherweise denkt die technische Welt nach einem solchen Vorgehen, dass sämtliche Systeme unausführbare Hirngespinnste gewesen und es nicht der Mühe verlohnte, sich weiters mit demselben zu befassen. Der Umstand, dass die General-Bauunternehmung, welche die Arbeiten am Eisernen Thore erstanden hat, zu solchen Methoden greift, welche schon irgendwo angewendet worden sind, ist natürlich von ihrem Standpunkte aus vielleicht sehr berechtigt, es ist dies aber gewiss noch kein Beweis, dass die von ihr gewählten Systeme am Eisernen Thore anwendbar sind und dass ein noch nicht erprobtes und daher nicht acceptirtes System schlecht sei.

**Das Thunhart-Könyves-Tóth'sche Felsbohrschiff „Sziklafuró“.**

Die Grundidee des Bohrschiffes ist jene des Thunhart'schen Felsbrechschiffes „Sziklafuró“ und besteht dasselbe wie aus Tafel XXX zu ersehen ist, seiner Wesenheit nach

aus einem 55 m langen, 8 m breiten, circa 3 m hohen Eisen-schiffe, welches einen Tiefgang von 1.30 m erhält; es wird an 6 calibrierten Ketten, welche an ausgelegten Ankern befestigt und im Innern des Schiffes über mit Dampf dirigirbaren Kettentrommeln laufen, nach vor und rückwärts sowie nach beiden Seiten bewegt. Mit Hilfe dieser Vorrichtung kann das Schiff auf jedem beliebigen Punkte in feste Stellung gebracht werden, daher ebenso leicht als schnell seinen Platz wechseln.

Damit der Stand des Schiffes aber noch sicherer fixirt sei — da das Felsbohren eine standhaftere Stellung bedingt als das Felubrechen — werden am Vorder- und Hintertheile des Schiffes je eine große eiserne Pilote auf den Felsgrund gelassen, welche auch beim tiefsten Stande noch mit 3 m Führung im Schiffskörper geführt ist. Diese Piloten geben gegen die Seitenschwankungen des Schiffes in horizontaler Richtung festen Halt, lassen aber dem Heben der Wellen in verticaler Richtung in der Pilotenführung freien Spielraum.

In der Längsachse des Bohrschiffes sind 5 Caissons 6 m von Mitte zu Mitte entfernt, derart eingehängt, dass sie in sicheren Rollenführungen jeder von den andern unabhängig durch die an den beiden Querseiten des Caissons angebrachten hydraulischen Druckpistons gehoben oder nach Begebenen auf die Oberfläche des Felsens gesenkt werden können. Jeder dieser Caissons hat einen elliptischen Querschnitt und ist im Lichten 3.8 m lang, 3.0 m breit, 6.50 m hoch.

Der Caisson wird durch eine aus Traversen construierte Decke in 2 übereinander liegende Räume getrennt, in den oberen Einsteigschacht mit der Luftscheuse, und in den unteren Raum, welcher die Arbeitskammer bildet.

In der Arbeitskammer, welche eine lichte Höhe von 4.50 m hat, ist das Bohrgerüst in der Weise untergebracht, dass es, wenn der Caisson in gehobenen, resp. in nichtarbeitenden Zustande sich befindet, in der Mitte der Arbeitskammer am Plafond an zwei Ketten 160 cm von demselben entfernt schwebend hängt. Soll der Caisson in Arbeit gestellt werden, d. h. soll gebohrt werden, so wird er etwa 60—80 cm über die Felsbank gesenkt, und es wird comprimirt Luft bis zur Verdrängung des in der Arbeitskammer befindlichen Wassers durch Öffnen eines Hahnes aus dem gemeinschaftlichen Druckluft-Reservoir eingeblasen. Hierauf werden die 4 Füße des Bohrgerüstes als Plungerkolben der hydraulischen Säulen, denn als solche ist ein jeder Fuß ausgebildet, bis an den Felsgrund, der eine Fuß höher, der andere nach Erfordernis tiefer, je nach Beschaffenheit und Form der Felsoberfläche, durch die eigene Schwere herausgeschoben, wobei gleichzeitig Wasser in das Vacuum der Bohrsäulen durch den in der Mitte des Bohrgerüstes angebrachten Schlauch eintritt; sodann wird das ganze 10.000 kg betragende Gewicht des Bohrgerüstes mit Wasserdruk ausbalancirt, d. h. es werden die 4 Füße mittelst einer kleinen hydraulischen Druckpumpe gleichmäßig belastet und festgestellt. (Tafel XXXI.)

Der Caisson wird, sobald die Füße des Bohrgerüstes ordentlich gefasst haben, weiters um 30—40 cm nachgelassen, so dass er nun mit dem Bohrgerüst selbst bloss durch die lose herunterhängenden Ketten in Verbindung ist, während letzteres mit seinem Gewicht vollkommen frei

in der Mitte des Caissons am Felsgrunde in etwa 20 bis 30 cm tiefen Wasser feststeht.

Da der mit dem Schiffe verbundene Caisson etwa 30 cm, nach Bedarf mehr, vom Felsgrunde absteht, zwischen der Caissonwand und dem Bohrgerüst ringsherum einen Zwischenraum von 60—80 cm frei lässt, und von der Caissondecke, von welchem jetzt die Tragketten lose herabhängen, bis zur Oberkante des Bohrgerüstes ein freier Zwischenraum von 0.80 m—1.0 m besteht, so kann er den Schiffsschwankungen frei folgen, ohne das Bohrgerüst oder den Felsboden irgendwie zu berühren.

Das Bohrgerüst ist für vier gleichzeitig arbeitende Bohrmaschinen construiert und ist trotz seines großen Gewichtes in Folge Construction der Füße als hydraulische Presskolben leicht zu heben und zu handhaben. Das Bohrgerüst gestattet in Folge des Querverbandes sowohl den Bohrmaschinen als auch den Arbeitern den größtmöglichen freien Raum, da die angewendeten vier Bohrmaschinen an den vier Füßen, resp. hydraulischen Trägersäulen befestigt von allen Seiten zugänglich sind, und eine jede Bohrmaschine unabhängig von der anderen ist. Auch sind sie sowohl im verticalen wie im horizontalen Sinne drehbar.

Das Bohren selbst wird mit vier gleichzeitig arbeitenden Fröhlich'schen Steinbohrmaschinen bei 4—6 Atmosphären Ueberdruck bewerkstelligt, und sobald die vier Bohrlöcher von einem Caisson aus entsprechend tief gebohrt sind, werden sie mit Dynamitpatronen geladen, die einzelnen Zündleitungen der Minen mit der Hauptzündleitung verbunden, und der Caisson gehoben, wobei sich die Tragketten spannen, und das Bohrgerüst sammt Bohrmaschinen und Arbeitern mitgehoben wird. Die aus dem Bohrgerüst hervorragenden Füße werden nach Öffnung der Wasserschleuse mittels comprimirt Luft zurückgepresst.

Derselbe Vorgang wiederholt sich einzeln bei jedem der fünf eingehängten Caissons.

Das Bohrschiff wird, sobald alle Caissons gehoben und alle 20 Minen erbohrt und adjustirt sind, wozu 1 bis 1½ Stunden Zeit erforderlich ist, durch die eigene Dampflavirung in die nächste Aufstellung gebracht, welche in derselben Linie, in der Richtung der Längsachse des Schiffes, 3 m aufwärts erfolgt. Sobald die 20 Bohrlöcher auch in dieser Aufstellung fertiggebohrt und die Minen wieder adjustirt sind, beginnt das Abbohren einer zweiten Reihe, je nach der Bewegungsrichtung des Schiffes, entweder rechts oder links fortschreitend parallel zur ersten, in einer von der nöthigen Tiefe der Bohrlöcher bedingten Entfernung von rund 1 bis 1½ Meter von Bohrloch zu Bohrloch, in der Weise, dass sich die Wirkungssphären der einzelnen Minen kreuzen, wobei die Caissonstellungen, wie Fig. 2, Taf. XXXII veranschaulicht, schachbrettartig erfolgen.

Unsere patentirte Zündleitung ist derart construiert, dass die mit dem Zündmedium eingesponnene Kupferdrahtseele zur Prüfung aller mit der aus einem Caisson ausgehenden Hauptleitung verbundenen Zündpatronen dient, und dass sämtliche Minen, welche mit einer Caisson-Hauptleitung verbunden sind, von einem Punkte aus gleichzeitig gesprengt werden können. Die Zündleitung selbst wird fortlaufend an der Flusssohle befestigt.

### Arbeits-Ausführung.

Sobald die mit dem Bohrschiffe auf die ganze Breite der abzusprengenden Kanalsohle und auf eine Schiffslänge, das ist auf 33 Meter Länge, hergestellten Minen gebohrt, regelrecht adjustirt, und mit der Zündleitung verbunden sind, stellt sich das Bohrschiff mittest seiner Dampfheizung aus dem Bereiche der Sprengminen und werden von hieraus sämtliche Minen gleichzeitig gezündet und gesprengt.

Nach vollzogener Absprengung der Minen spinnt sich das Bohrschiff auf seiner ausgelegten Hauptkette in die nächst aufwärtsliegende Arbeitszone und beginnt dort seine Arbeit wie vor beschrieben, in der der vorherigen entgegengesetzten Richtung.

Nach Sprengung der gesamten Minen in einer Arbeitszone wird sich die Kanalsohle noch wenig vertieft zeigen, es sind die Felsmassen hierdurch zum großen Theile nur aus ihrer Verspannung und ihrem Zusammenhange gebracht worden, dieselben müssen aber auch aus dem Kanalprofile herausgeschafft werden, was insofern eine sehr schwierige Aufgabe ist, weil an vielen Stellen die zwischen den Minen verbliebenen nicht ganz gelösten Felskegel weder durch Butten oder Zangenbagger noch durch sonstige Hebevorrichtungen entfernt werden können, sondern ein zweit- oder gar drittmaliges Absprengen solcher Stellen, oder aber eine von vornherein viel tiefere Anlage aller Minen unter dem Niveau der Kanalsohle nöthig machen.

Durch Anwendung des vom Ingenieur Thunhart construirten Felsbrechschiffes ist ein Herausschaffen der Steine aus dem Kanalprofile, ein Nachsprengen oder Tieferlegen der Minen unter das Niveau der Kanalsohle unnöthig, da mit demselben sowohl die durch Sprengung gelösten Steintrümmer als auch stehengebliebene Felskegel und Riffe zu solch kleinen Stücken zerstampft werden, dass sie durch die reissende Strömung der Kataracte nach außerhalb des Kanalprofiles getragen und in die nächst liegenden Tiefen gerollt werden. Was mit einer noch so sorgfältig ausgeführten Bohrung und wiederholter Felsprengung nicht vermieden werden kann, nämlich dass am Felsgrunde hie und da einzelne Felsriffe stehen bleiben, die man nicht constatiren, auch nicht einmal bemerken kann, von denen aber in jeden Kanale ein Paar genügen, um in tiefgehende Schiffe ein Leck zu schlagen, das ist mit dem Felsbrechschiffe, welches Centimeter für Centimeter den Fels in der Kanalsohle genau und eben abmeißelt, zu erreichen.

Die Aufstellung des Felsbrechschiffes über eine bereits abgesprengte Arbeits-Zone, der Arbeits-Vorgang, sowie die nähere Beschreibung desselben ist auf Seite 147 bereits mitgetheilt worden und auf Taf. XXXII, aus der Fig. 3 ersichtlich.

### Minen-Theorie mit Bezug auf die Arbeiten am Eisernen Thore.

Um eine Einsicht in die verschiedenartige, vom Sprengmaterial und von der Art und Weise der Ladung und Zündung abhängige Wirkung der Sprengungen zu bekommen, seien folgende Daten von bewährten Fachmännern vorgeführt.

Nach der Theorie von Geniehauptmann Eduard Ržihá\*) verpflanzt sich der Druck der nach der Explosion entwickelten

\*) Die Theorie der Minen, basirt auf der Wellenbewegung in concentrischen Kugelschichten. Von Eduard Ržihá, Hauptmann im k. k. Geniestabe. Lemberg 1866.

Gase in Kugelwellen. „Die Kugelwellen, welche das Medium durchschreiten, haben eine radiale Bewegung und Zusammendrückung der Erde im Gefolge. Die Kraft verpflanzt sich durch erregte Wellen in elastischen und sehr festen Medien ohne die Massetheilchen mitzunehmen. Ein auf einem ruhigen Wasser schwimmender Körper beispielsweise bleibt bekanntlich auf derselben Stelle liegen, wenn auch (durch z. B. einen Steinwurf) erregte Wellen unter ihm hinweggehen, welche ihn abwechselnd heben und senken.“

Von Professor H. Hoefler\*) werden die Sprengungssphären — einen Minenherd vorausgesetzt, der in der unsprengharen Gänge liegt, das ist so tief, dass an der freien Fläche keine dauernde Wirkung verbleibt — folgend charakterisirt.

A. Die Druck-Sphären. Von einem Sprengstoff von solch' hoher Brisanz, wie das Dynamit, wird die Umgebung des Minenherdes nicht nur zermalmt, sondern die unmittelbar an dem Minenherd liegende zermalnte Partie wird derart zusammengedrückt, dass die gelockerten staubförmigen Theilchen wieder zu einem festen Ganzen werden. „Wir haben somit um den Minenherd zwei Wirkungs-zonen liegen, deren Auftreten und Dimensionirung von dem Verhältnisse der im Minenherde pro Flächeneinheit drückenden Kraft zu dem Bruchmodul des auf seine Druckfestigkeit in Anspruch genommenen Gesteines abhängt. Wir heissen diese beiden Druckzonen die Compressions-Sphäre und Zermalmungs-Sphäre.“

„An der Kugelschale, welche die Zermalmungs-Sphäre gegen aussen hin abschliesst, ist die dort in jedem Flächenelemente wirkende Kraft gleich dem Widerstande des Gesteines gegen das Zerdrücken, also gleich dem entsprechenden Festigkeitsmodul. . . . Es wird sonach ein Dynamitschuss auch noch um so viel unter den Minenherd wirken, als der Radius der Zermalmungs-Sphäre beträgt.“

B. Die Bruch-Sphären. „Der Risskegel entsteht dadurch, dass die auf die freie Fläche normal wirkende Kraft größer ist, als der Modul des Gesteines gegen das Zerbrechen; ein gleiches gilt für den Wurfkegel, der mit dem zuvor genannten die Vorgabe als gemeinsame Achse besitzt und innerhalb welchem ein Kraftüberschuss vorwaltet, der zum Wegschleudern der abgerissenen Gesteinstrümmer verwendet wird. Wir haben es somit hier — in den Bruch Sphären — mit Problemen über Bruchfestigkeit zu thun, während innerhalb der Druck-Sphären die Medien auf reine Druckfestigkeit beansprucht werden; an diesem principiellen Unterschiede müssen wir festhalten.“ Entsprechend diesen Betrachtungen liegen um den Minenherd, von diesem ausgehend:

- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| „A) Drucksphären | { 1. Compressions-Sphäre. |
|                  | { 2. Zermalmungs-Sphäre.  |
| „B) Bruchsphären | { 3. Wurf-Sphäre.         |
|                  | { 4. Riss-Sphäre.         |
| „C)              | 5. Schwingungs-Sphäre.    |

„Die Menge des innerhalb der Zermalmungs-Sphäre liegenden Gesteines ist gegenüber dem Risskegel so klein, dass wir dieselbe füglich vernachlässigen können.“

\*) Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie von H. Hoefler, ord. Professor an der Berg-Akademie zu Příbram. Wien 1880.



Hienach beträgt bei festen Graniten und Grünstein im Mittel rund die Druckfestigkeit 1200, die Schubfestigkeit 80 kg/cm<sup>2</sup>.

Mithin ist das Verhältniss zwischen Druckfestigkeit und Schubfestigkeit = 15:1.

„Hiebei mag in Erinnerung gebracht werden, dass die gewöhnlich in den Handbüchern angegebenen Festigkeitszahlen nicht direct in die Rechnung gestellt werden dürfen, indem sich dieselben auf Körper beziehen, welche aussen freie Flächen besitzen, z. B. Säulen (Würfel), während es sich beim Felssprengen um das Zerdrücken eines sonst allseits umschlossenen Körpers handelt, an dessen einer freien Fläche, jener des Minenherdes die zermalmende Kraft wirkt.“ (Professor Hoefer.)

Aus dem oben Angeführten ist erklärlich, dass das Dynamit mit seiner brisanten Wirkung mit freiaufgelegten Sprengladungen in starken Blechbüchsen (auch eine theilweise Detonation angenommen) bei freiliegenden Eisenplatten, Brücken-Constructionen und unter Wasser bei freistehenden Brückenpfeilern, wo das zu sprengende Object auf Bruchfestigkeit, d. i. Schub- und Zugfestigkeit in Anspruch genommen wird, vorzüglich anwendbar ist.

Ebenso ist es erklärbar, dass die Wirkung einer Serie von an derselben Stelle frei aufgelegten Dynamitladungen im flachen harten Felsgrunde eine begrenzte ist, weil der harte Fels in der Compressions- und Zermalmungs-Sphäre nur auf seine Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird, und weil in der Wurf- und Riss-Sphäre die Kraft sich im Gestein durch erregte Kugelwellen verpflanzt ohne die Massetheilchen mitzunehmen. Wiederholt auf dieselbe Stelle frei aufgelegte Sprengladungen werden somit die oberste Kruste noch mehr comprimiren, von einer „Abfuhr des Sprenggutes durch den Strom“ kann daher keine Rede sein, wie Professor Hoefer folgend erklärt:

„Setzen wir für eine Versuchsreihe dasselbe Sprengmedium und eine gleiche Ladung voraus, so werden die Seitenlängen der Wurfkegel sehr verschieden sein, und von der Größe der Vorgabe abhängen. Letztere kann auch gleich Null sein, d. h. liegt die Patrone, oder der Minenherd auf der freien Fläche zu Tage, so wird die Seitenlänge des Kegels Null werden.“

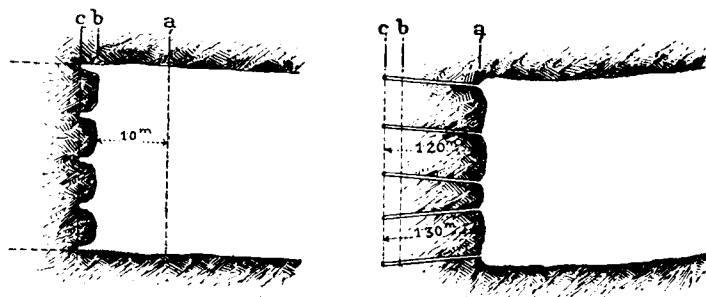
Frei aufgelegte Dynamit-Sprengladungen sind in den Grenzen der Zermalmungs-Sphäre, bis zu einer gewissen von Festigkeitsmodul des Gesteines abhängigen Tiefe von etwa 30–40 Centimeter zum Absprengen des Felsgrundes mit Erfolg zu verwenden.

Vor Kurzem sind zwei neue Sprengmethoden bekannt geworden, welche den Fels unter Wasser ohne Bohren sprengen wollen; die eine dieser Methoden beabsichtigt die Sprengung des Felsens durch Auflegen von in Säcke einbetonirte Dynamitladungen auf die Felsoberfläche zu erreichen, die zweite will dagegen die Sprengung durch Bedeckung der auf den Felsgrund frei aufgelegten Sprengladungen mit einer eisernen Glocke, welche als Besatz dienen soll, bewerkstelligen.

Beide Ideen leiden an der Begriffsverwirrung, dass hierdurch allerdings eine vollkommene Detonation erzielt und die Wirkung des Dynamits sich auch in der Wurf- und Riss-Sphäre nach abwärts äussern wird; dagegen wird der Fels so wie bei frei aufliegenden Sprengladungen unter Wasser nur auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen, nur zusammengedrückt, aber nie und nimmer aus seiner Spannung gehoben und zerrissen. Die Kraft verpflanzt sich außerhalb der Zermalmungs-Sphäre durch erregte Kugelwellen ohne die Massetheilchen mitzunehmen.

Eine vollkommene Detonation, eine den Felsen aus der Spannung hebende Wirkung der Sprengung kann im flachen harten Felsgrunde nur beim Anbringen der Sprengladung in Bohrlöchern des zu sprengenden Gesteines selbst erfolgen, wo dem Minenherde eine derartige Vorgabe gegeben ist, dass das Gestein in der Wurf- und Riss-Sphäre auf seine Zug- und Schubfestigkeit in Anspruch genommen wird.

Als Beweis der eben entwickelten Behauptungen kann ich die Sprengungen im Stollen im festen Gestein anführen: z. B.: St. Gotthard, Spitzberg, Sonnenstein - Tunnel, wo die Bohrlochtiefen bei jeder Attaque den Stollenfortschritt



um 20 bis 30 Centimeter übertrafen, d. i. bei 120 bis 130 m tiefen Bohrlöchern wurde gewöhnlich nur 10 m Stollenfortschritt erreicht, und das „Vor-Ort“ hinter dem Minenherde ausserhalb der Zermalmungs-Sphäre verbliebene Gestein war etwa nicht zerrissen, sondern klang hell wie eine Glocke.

Sollte die Wirkung unter dem Minenherde im flachen harten Felsgrunde bei freiauflegenden Sprengladungen unter Wasser, also beim Wasserbesatz größer sein, als beim festen Besatz im festen Bohrloch des Muttergesteines im Stollen?

### Vergleichung der Sprengarbeit mit der mechanischen Arbeit.

Wir kommen jetzt zur Beantwortung einer vorhin offen gelassenen Frage, warum man in den Katarakten am Eisernen Thore im festen Felsen mit Bohrlöchern sprengen und nicht bloß mit mechanischer Arbeit vorgehen soll.

Weil eben durch Meissel und Hämmer der Fels wieder nur auf Druckfestigkeit, wogegen bei gut angelegten Bohrlöchern in der Wurf- und Riss-Sphäre auf Schub- und Zugfestigkeit in Anspruch genommen wird, wie wir im vorhergehenden Capitel erklärt haben.

Zur Grundlage des Vergleiches der Sprengarbeit mit der mechanischen Arbeit sollen ausser der vorangebrachten Tabelle A noch folgende Daten dienen:



Tabelle B. Nützliche Arbeit eines Kilogrammes Sprengstoff.

Tabelle B. Nützliche Arbeit eines Sprengstoffes							
Sprengstoff	n a c h						
	Bertholet (Dolezalek) <sup>1)</sup>	Roux u. Sarrau (Ržiha) <sup>2)</sup>	R ž i h a			Roux u. Sarrau	
	theoretische Arbeit	$\mu = 13.71\%$ <sup>3)</sup> gibt nützliche Arbeit	Verhältnisszahl				
			der Arbeitswerthe	für die Sprengwirkung			
				bei einfacher Explosion	bei Detona- tion		
Meter Kilogramm							
Sprengpulver (62% Salpeter) . . .	308000	242335	33224	1.0	—	1.0	4.34
Dynamit (75% Nitroglycerin) .	500000	548250	75165	2.2	1.0	—	—
Gelatine (92% " ) .	640000	766913	105144	3.2	1.4	—	—
Nitroglycerin . . . . .	667000	794565	108935	3.3	1.5	4.8	10.13
Schiessbaumwolle . . . . .	456000	—	—	—	—	3.0	6.46
Knallquecksilber . . . . .	—	—	—	—	—	—	9.28

Tabelle C,  
über den Dynamitverbrauch für 1 m<sup>3</sup> Gesteinsgewinnung,  
und über den auf die Bohrerschneide bezogenen Aufwand an  
mechanischer Arbeit für 1 cm<sup>3</sup> Bohrvolumen mittelst Bohrer  
von 30—35 mm Schneidenlänge.

Arbeits-Ort	Gesteins-Art	Querschnitt der Aufrifffläche	Dynamitverbrauch für 1 Kubik-Meter Gesteinsgewinnung	Aufwand an mechan. Arbeit pro 1 Kubik-Centimeter Bohrvolumen
		m <sup>2</sup>	kg	mkg
St. Gotthard-Tunnel im Jahre 1878 <sup>4)</sup>	Sehr harter, compacter Gneissgranit	durch- schnittl.	1.18	67
St. Gotthard-Tunnel	Fester gneissiger Granit			
Kehr-Tunnels auf der Gotthardbahn		6.0	1.42	56
Leggistein T. Eingang	Harter Augengneiss	6.0	1.83	52
„ „ Ausgang	Sehr harter, compacter Gneissgranit	6.0	1.13	52
Wattingen T. Eingang	Feinkörn. Gneissgranit mit Glimmerschiefer	6.0	1.53	57
„ „ Ausgang	Feinkörn. Gneissgranit mit Klüften	4.4	3.0	
Spitzberg-Tunnel	Gewundener Glimmer- schiefer	17.1	1.3	
		26.0	1.19	
		4.4	2.0	
„ „	Zerklüfteter Quarzit	17.1	0.66	
		26.0	0.40	
Gotthard-Rampe I. Sect., III. u. IV. Los	Gneiss u. Gneissgranit	35.0	0.70	
Mittel aus 8 Tunnels		5.0	1.35	
Linie Temesvár-Orsova	Fester, zäher, dunkel- grauer Gneiss	30.0	0.62	
Engel-Tunnel bei Arményes	Freiberger Gneiss mit Stoßbohrer			50†
Freiberg <sup>4)</sup>	„ Brandtscher Dreh- bohrmaschine			76.5†

<sup>1)</sup> Der Tunnelbau von Karl Dolezalek, kön. Baurath u. Professor für In-  
genieur-Wissenschaften an der kön. techn. Hochschule zu Hannover. 1889.

<sup>2)</sup> Zeitschrift des österr. Ingen.- und Architekten-Vereines. 1886. I. Heft.

<sup>3)</sup> Prot. Hofer rechnet  $\mu = 8.8$ .

<sup>4)</sup> Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften. Heusinger von Waldegg, Leip-  
zig, 1880. „Tunnelbau“. Mackensen & Richard.

<sup>5)</sup> Zeitschrift des österr. Ingen.- u. Arch.-Vereines 1888, IV. Heft. „Ueber die  
Bohrfestigkeit der Gesteine“ von Prof. R. v. Ržiha.

† „Die Bau-Maschinen“ J. Franzius, Leipzig, 1885.

In Bezug auf das Bohrvolumen sei erwähnt, dass der Zweck des Bohrens der Bohrlöcher beim Sprengen des Gesteines nicht die Erzeugung eines großen Bohrlochvolumens ist, sondern das tiefe Eindringen in das Gestein mit einem für den Fortschritt des Bohrers und für die Sprengung günstigsten Kaliber, als welchem — trotz der guten Sprengresultate der 100 mm weiten Bohrlöcher der Brandt'schen Bohrmaschine — für Stoßbohrmaschinen sich die Meisselschneide von 35—40 mm als am vortheilhaftesten erwies.

Die in der Tabelle C vorgeführten Gesteine entsprechen so ziemlich jenen der Katarakte am Eisernen Thor, hauptsächlich das Gestein des in der Nähe derselben gelegenen Engels-Tunnels bei Arményes auf der Linie Temesvár—Orsova der österreichisch-ungarischen Staatsbahngesellschaft, den ich für die General-Bauunternehmung Hügel & Sager ausgeführt und dessen Daten selbst gesammelt habe. — Auf Grund der Tabelle C ist die Annahme von 0.8 kg Dynamitverbrauch in den Katarakten für Sprengung von 1 m<sup>3</sup> Muttergestein jedenfalls genügend hoch gegriffen.

Laut Tabelle B beträgt die Arbeitskraft eines Kilogrammes Dynamit rund 500.000 mkg, somit ergäben 0.8 kg Dynamit = 400.000 mkg mechanische Arbeit.

Da es erwiesen ist, dass beim Sprengen mit Bohrlöchern das Gestein auf Schub- und Zugfestigkeit in Anspruch genommen wird, bei der mechanischen Bearbeitung aber zum größten Theile auf Druckfestigkeit, welche Festigkeiten sich laut Tabelle A so verhalten wie 1:15, so muss die mechanische Arbeit um das Aequivalent der Spreng-Arbeit von 0.8 kg Dynamit zu verrichten, fünfzehnmal so viel, das ist:  $15 \times 400.000 = 6.000.000$  mkg leisten. In der Tabelle C ergibt wohl die letzte Colonne eine Durchschnittszahl von 60 mkg pro 1 cm<sup>3</sup> Bohrvolumen, das ist 60.000.000 mkg per 1 m<sup>3</sup> Bohrmehl; da wir aber den Fels nur zertrümmern und nicht Bohrmehl erzeugen, halten so wir die obige Annahme von 6.000.000 mkg nothwendiger mechanischer Arbeit für die Abarbeitung von 1 m<sup>3</sup> Muttergestein harten Felsens aufrecht.

Die theoretisch richtigste Form der mechanischen Arbeit im Felsen zeigt die Brandt'sche Dreh-Bohrmaschine mit unter ruhig wirkendem Wasserdrucke rotirendem Stahlbohrer und gehärteten Zähnen.

Bei einem Drucke von  $p = 100$  Atm. ist die Scheerkraft an einer Schneide der Stahlkrone  $Q_1 = 1640$  kg.

Die Leistung betrug auf der Gotthardbahn im feinkörnigen Granit: 6 cm Kernbohrer, 4 cm Lochtiefe = 113 cm<sup>3</sup>;

im Freiburger Gneisse: 6.8 cm Kernbohrer, 4 cm Lochtiefe = 140 cm<sup>3</sup> in der Minute. (Dolezalek, Tunnelbau.)

Im Stollen von 6—9 m<sup>2</sup> Querschnitt, wo man die Drucksäulen gut und sicher befestigen und bequem arbeiten konnte, wo in dem festgeschlossenen Raum die brisantesten Sprengstoffe geringe Wirkung hatten, begnügte man sich doch, diese vorzügliche mechanische Arbeit nur zum Herstellen der Bohrlöcher für die Sprengung zu verwenden.

Wir sind auf Grund des vorher Angeführten und der sich daraus ergebenden Folgerungen zur Ansicht gelangt, dass es vortheilhafter ist, den compacten Fels früher zu sprengen, und die mechanische Arbeit nur zum Zertrümmern des aus der Verspannung gehobenen Felsens und besonders zum Abmeiseln und Planiren der Kanalsohle als unumgänglich nothwendig zu verwenden.

Wenn schon aber zur Entfernung des Felsens mechanische Arbeit angewendet wird, so soll dieselbe so angewendet werden, wie sie nach der theoretischen Begründung am vortheilhaftesten ausgenützt wird.

Professor Dolezalek \*) leitet bei der Besprechung der Arbeit der Elementarkraft-Stoß-Bohrmaschinen folgende Gleichung ab:

$$L_1 = \frac{G}{g} \cdot \frac{z^3 \cdot h_1^2}{60 \cdot 1800 \cdot K^2}$$

wo:  $L_1$  = secundliche Leistung.

$G$  = das Gewicht der stoßenden Masse (Kolben, Kolbenstange, Bohrer und Bohrerbefestigung).

$g$  = 9.81 (Beschleunigung der Schwere).

$z$  = Hubzahl =  $\frac{60}{t}$  wo  $t$  die für den vollen Hub (vor und rückwärts) erforderlichen Zeit in Sekunden.

$h_1$  = Hublänge.

$K$  = ein von der Bauart der Maschine abhängiger Coëfficient. Zum Beispiel für die Maschine Ferroux = 0.4, Fröhlich = 0.33.

Auf Grund der obigen Gleichung stellt Professor Dolezalek folgenden Satz auf:

„Die secundliche Leistung, also auch der Luft- und Kraftbedarf der Maschine wächst rascher mit der Hubzahl als mit der Hublänge. Maschinen für rasche Bohrungen, welchen eine grosse Luft- oder Kraftmenge zuzuführen ist, werden daher mit kleinem  $h_1$  (Hub) und für große Hubzahl  $z$  zu bauen sein.“

Daraus leiten wir den Schluss ab, dass den freifallenden großen Stahlpfählen, die in der Stunde 30—40 Hube machen, jene mit kurzem Hube schnell arbeitenden Maschinen vorzuziehen sind, da die Leistung mit der Hublänge nur im quadratischen ( $h_1^2$ ), mit der Hubzahl aber im cubischen ( $z^3$ ) Verhältnisse wächst.

Betrachten wir nun die Arbeit der großen freifallenden Stahlpfähle: Gewicht 10.000 kg, Hubhöhe 5 m, in der Stunde 40 Hube, gibt  $10.000 \times 5 \times 40 = 2.000.000$  mkg, 50 Perzent Nutzeffect gerechnet = 1.000.000 mkg mechanische Arbeit. Nach unserer vorhin begründeten Annahme, dass das Abmeiseln von 1 m<sup>3</sup> Muttergestein 6.000.000 mkg mechanischer Arbeit beansprucht, würden diese Riesenmaschinen

\*) Tunnelbau, Dolezalek. Hannover 1890.

zur Abarbeitung von 1 m<sup>3</sup> gewachsenem harten Felsen unter Wasser 6 Stunden brauchen, pro Stunde also nur 0.18 bis 0.20 m<sup>3</sup> abarbeiten.

Rechnen wir im Gegensatze die Arbeit des Thunhartschen Felsbrechers „Sziklatörö“:

Gewicht der stoßenden Masse, (Kolben, Kolbenstange, Meissel, Meisselbefestigung) 1000 kg; Hubhöhe = 0.65 m; Hube per Minute = 120.

Die Arbeit des Stoßes bei: Dampfkolben-Durchmesser = 350 mm; Kolbenstangen-Durchmesser = 150 mm; Dampfdruck  $p = 6$  atm.

$$A_1 = \frac{M v_1^2}{2} = P_1 h_1 = 3085 \text{ mkg}$$

Stündliche Leistung:  $3085 \times 120 \times 60 = 22.212.000$  mkg mindestens  $3000 \times 100 \times 60 = 18.000.000$  mkg

50 Percent Nutzeffect gerechnet = 9.000.000 mkg

Eine Leistung, die nach unserer auch oben bei den Stahlpfählen in Rechnung gestellten Annahme der zur Entfernung von 1.5 m<sup>3</sup> gewachsenen Felsens nothwendigen mechanischen Arbeit gleich ist, wie das eben auch aus den im ersten Capitel angeführten Beobachtungen des Ingenieurs Thunhart resultirte.

Da wir schliesslich — wie das vornhin hervorgehoben wurde — die mechanische Arbeit nicht in gewachsenen Felsen sondern nur zum Zertrümmern des aus der Verspannung gehobenen Felsens und zum Planiren der Kanalsohle verwenden wollen, so halten wir einen Schlag von 1500—3000 mkg für genügend, und erachten Schläge von 20.000—40.000 mkg für vollkommen überflüssig.

Zum Schlusse erlaube ich mir hervorzuheben, dass es meine Absicht war, in dem Vorstehenden einige in den Katarakten am Eisernen Thor anzuwendende Sprengmethoden, Felsbohrer und Felsbrecher objectiv zu beurtheilen und zu vergleichen. Ich bin überzeugt, dass bei diesem so selten vorkommenden Baue die Gelegenheit benützt werden wird, manche auf die Arbeitsleistung am Gestein bezügliche Frage zu klären und insbesondere über das Verhältniss zwischen Sprengarbeit und mechanischer Arbeit Erfahrungsdaten zu sammeln.

Ich bin überzeugt, dass die königlich ungarische Bauleitung am Eisernen Thore, ebenso die mächtige General-Bauunternehmung keine Mühen und Kosten scheuen werden, um genaue Beobachtungen anzustellen und über diese höchst interessanten Arbeiten zur Förderung der Wissenschaft und zu ihrem eigenen Vorthelle statistische Daten zu sammeln und zu veröffentlichen.

Ich wünsche zum Schlusse, dass es der General-Bauunternehmung gelingen möge, die schwierige Felssprengung an den Katarakten des eisernen Thores zum Wohle Oesterreich-Ungarns, zum Ruhme des Inaugurators, mit wohlverdientem Verdienste ausführen und zum richtigen Termine das Eisene Thor zum Oriente eröffnen zu können.

#### Discussion zu vorstehendem Vortrage.

Ingenieur Gärtner: Die Mittheilungen des Herrn Vortragenden haben uns sehr interessante Apparate zur Kenntniss gebracht; ich habe aber leider vergeblich darauf gewartet, auch darüber etwas zu hören, was jetzt thatsächlich am Eisernen Thor geschieht, d. h. mit welchen Hilfsmitteln die großartigen Arbeiten daselbst ausgeführt werden sollen.

Es ist im vorigen Jahre eine Discussion darüber in unserem Vereine angeregt worden, leider zu einer Zeit, die sehr ungünstig war, weil damals die Verhandlungen über die Art und Weise der Vergebung der Arbeiten in Schwabe waren. Nachdem nunmehr aber die Arbeiten begonnen haben, wird man wohl darüber klar geworden sein müssen, was alles für Mittel zu ihrer Durchführung angewendet werden sollen. Dies schon aus dem Grunde, weil für diese Arbeiten ein Termin bis Ende 1895 gestellt ist und in den Bedingnissen vorgesehen war, dass im Jahre 1890 10% der ganzen Arbeiten ausgeführt werden sollen. Nun sind im oberen Theile der zu regulirenden Strecke rund 160.000  $m^3$ , und bei dem eigentlichen Eisernen Thore rund 240.000  $m^3$ , das macht im Ganzen 400.000  $m^3$  zu sprengen, so dass im vergangenen Jahre bereits 40.000  $m^3$  hätten gesprengt und gefördert werden sollen. Ich will damit nicht sagen, dass die Arbeiten sich in einem schlechten Stadium befinden; es ist eben eine sehr schwierige Aufgabe, die früher sehr wohl überlegt werden muss; allein es müssen doch jetzt bereits die richtigen Mittel bekannt sein, und es müssen bereits die nothwendigen Installationen getroffen worden sein, denn sonst ist es nicht möglich, dass das Arbeitsprogramm in der nur noch verbleibenden Zeit von nicht ganz 5 Jahren durchgeführt werden kann. Es wäre daher von ausserordentlichem Interesse, wenn der geehrte Herr Vortragende uns vielleicht doch mittheilen wollte, was bisher gemacht wurde. So viel mir bekannt ist, hat man thatsächlich das sogenannte Lobnitz-Verfahren in großem Maassstabe in Aus-sicht genommen. Lobnitz war bekanntlich ein schottischer Schiffsbaumeister, welcher über Auftrag der Suez-Canal-Commission einen Schiffsbagger gebaut hat, der zu beiden Seiten seiner Eimerkette eine Anzahl von Meisseln hatte, die hydraulisch gehoben wurden und die Zertrümmerung des Gesteins, das am Suezkanal aus Conglomerat bestand, besorgten. Es ist darüber eine Druckschrift erschienen, in der auch gewiss die Kosten berechnet sind, auf die man aber natürlich nicht compromittiren kann, wie ich auch nicht so ohne weiteres auf die fl. 10.30 schwören möchte, welche die uns als derjenige Preis bezeichnet wurde, welchen die Gesteinung eines Cubikmeters nach dem Projecte des Herrn Collegen Thunhart ausmachen wird.

Lobnitz hat seither ähnliche Arbeiten ausgeführt und auf Grund seiner eigenen Erfahrung einen Apparat in dieser Art construirt und zwar mit Meisseln von 8 Tonnen Gewicht, die durch eine Dampfwinde gehoben werden können und in einer Stunde 30 Schläge machen. Wenn Sie mir gestatten, meine Ueberzeugung auszusprechen, so glaube ich, dass mit Rücksicht auf den Umstand, als bei den oberen Sectionen die Cubaturen des zu entfernenden Gesteins geringer sind und auch die Höhe desselben im Durchschnitt nicht mehr als 80 cm beträgt, ein solcher Apparat thatsächlich dort sehr gute Dienste wird leisten können. Dass der Preis pro 1  $m^3$  nicht 10.30 fl. betragen wird, davon bin ich fest überzeugt, und ich möchte mir hiezu nur die folgende Bemerkung erlauben.

Es ist nicht ohne weiteres anzunehmen, dass die Strömung das zertrümmerte Gestein wegführen wird, sondern diese Trümmer werden gefördert werden müssen. Dies

wird natürlich auch Kosten verursachen. Es ist ferner nicht zu vergessen, dass in dem mitgetheilten Preise von 10 fl. 30 kr. die Kosten der Installation, die Bauleitungskosten und die Auslagen für die Arbeiter-Unfall- und Krankenversicherung, die durchaus nicht so geringfügig sind, nicht inbegriffen sind. Nicht zu vergessen ist ferner, dass das ganze Capital zu beschaffen ist und dass auch die Stempel, Steuern und Gebühren einen ziemlich hohen Betrag ausmachen. Schließlich will ja auch der Unternehmer einen gewissen Gewinn haben, so dass man wohl nicht fehlgehen wird, wenn man die Kosten pro 1  $m^3$  auf 17—19 fl. veranschlagt.

Ich erinnere auch an die für den Unternehmer ausserordentlich unangenehmen Bedingungen, die seinerzeit erlassen wurden, und die in folgender Art gefasst waren. Für die Sprengung des Felsens wird nichts bezahlt; es wird erst dann bezahlt, wenn der Kanal vollständig ausgeräumt ist, und auch dann wird nicht zur Gänze, sondern nur mit 80 % bezahlt. Es ist nun wohl zu berücksichtigen, dass man die Felssohle nicht so glatt aussprengen kann, wie man einen Aushub in Erde macht, dass daher immer Ecken und Unebenheiten stehen bleiben werden, die vielleicht dann noch nachträglich beseitigt werden müssen. Aus allen diesen Gründen glaube ich wohl behaupten zu können, dass die vom Herrn Vortragenden genannte niedrige Ziffer keinen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Kosten bilden könne.

Jedenfalls wäre es uns aber sehr erwünscht, darüber Kenntnis zu erhalten, welches System für die Durchführung dieser Arbeiten in Anwendung kommen wird und in dieser Richtung möchte ich mir das Ersuchen an den Herrn Vortragenden erlauben, falls er in der Lage ist, dies zu thun, uns hierüber Näheres mitzutheilen.

*Ingenieur v. Könyves-Tóth:* Der geehrte Herr Vorredner hat von den Kosten gesprochen; dem gegenüber muss ich erwähnen, dass in dem angegebenen Preise nicht alle Regieauslagen eingerechnet, sondern dass damit nur die Tageskosten am Schiffe gemeint sind. Ueberhaupt muss ich für die Richtigkeit dieser Daten dem Herrn Ingenieur Thunhart die Verantwortung überlassen.

In Bezug auf das am Eisernen Thor gegenwärtig in Anwendung gebrachte System weiss ich nur so viel, als ich in dem Artikel des Herrn Baudirector Bömches in der Zeitschrift des Donauvereines gelesen habe. Ich weiss, dass die Lobnitz'schen Zerbrechmaschinen und die Tedsco-Maschinen verwendet werden. Mehr kann ich darüber nicht sagen; vielleicht kann Herr Baudirector Bömches darüber eine nähere Auskunft geben.

*Hafenbaudirector Bömches:* Ich hatte die Ehre, im verflossenen October die Arbeiten am Eisernen Thore zu besichtigen, wobei mir ein überaus freundlicher Empfang sowohl seitens der Bauleitung, als auch der Bauunternehmung zu Theil wurde. Ich benütze gerne die Gelegenheit, um an dieser Stelle hiefür meinen wärmsten Dank auszusprechen. Wie bekannt, wurden die großartigen Arbeiten an den unteren Donau-Katarakten am 15. September v. J. inaugurirt. Diese bezogen sich jedoch nicht auf die Sprengungen im offenen Strome, sondern nur auf die zu Lande. Das hiedurch gewonnene Material dient zur Anlage der weitgedehnten Steindämme, welche behufs Einengung des überbreiten Stromes

an verschiedenen Stellen der Katarakte errichtet werden und einen wesentlichen Theil des Arbeitsprogrammes bilden. Meine Besichtigung beschränkte sich daher bloß auf die eröffneten Steinbrüche, dann auf die in Anschüttung begriffenen Steindämme, auf Schleppbahnen und andere Installationen für den Bau, da die Vertiefung des Strombettes für die Schifffahrtskanäle noch nicht begonnen hatte. Ueber die zu dieser Arbeit zu verwendenden Maschinen und Apparate habe ich aus dem Munde des Unternehmers selbst authentische Mittheilungen erhalten. Nach diesen werden zur Herstellung der Kanalprofile im offenen Strome sowohl Sprengschiffe als auch Zertrümmerungs-Maschinen (ohne Anwendung von Sprengstoffen) zur Verwendung kommen. Die Sprengschiffe sind nach amerikanischem (Erfinder Ing. Gilbert) und nach französischem Muster (Erfinder: Fontana und Todesco) und die Zertrümmerungs-Maschinen nach dem Lobnitz'schen Systeme gebaut.

Ich beschränke mich auf diese flüchtigen Andeutungen, da bei der vorgerückten Stunde eine detaillirte Beschreibung der einzelnen Apparate ausgeschlossen ist, und erlaube mir, die sich für den Gegenstand interessirenden Collegen auf den von mir in der General-Versammlung des Donauvereins am 11. März d. J. über die Regulirungen am Eisernen Thor gehaltenen Vortrag zu verweisen, welcher auszüglich in den Mittheilungen des genannten Vereins veröffentlicht worden ist.

Ich komme nun auf die Bemerkung des Herrn Collegen Gärtner, dass die Bedingungen für den Unternehmer sehr unangenehm sind, namentlich die Bedingung, dass im ersten Jahre 10 % der Arbeit ausgeführt werden müssen. Ich muss dem entgegenhalten, dass es sich nicht um 10 % der Arbeitsquantitäten, sondern um 10 % des Werthes der übernommenen Arbeiten handelt. Wenn also die Unternehmung bis noch keine Sprengungen vornehmen konnte, so hat sie vielleicht mehr an anderen Arbeiten geleistet.

Allerdings glaube auch ich, dass die Unternehmung die Arbeit so sehr verzögert hat, dass das erste Jahr nicht zählen kann; denn nach meiner Anschauung dürften in demselben kaum 2 % der Arbeit gemacht worden sein. Thatsächlich stehen also nicht mehr 6 Jahre, sondern nur noch 5 Jahre zur Verfügung. Dies ist übrigens Sache der Unternehmung, welche für die verschiedenen Verfahrungsweisen zum Sprengen und Zertrümmern des Gesteines unter Wasser die vorzüglichsten Apparate und Hilfsmittel, welche sich in anderen Ländern bereits bewährt haben, zur Verwendung bringen wird.

Auf meiner Rückreise von der Besichtigung der Arbeiten am Eisernen Thor habe ich dem Herrn Handelsminister Baross meine Aufwartung gemacht, um ihm für den vorzüglichen Empfang in Orsova zu danken. Bei dieser Gelegenheit habe ich die Liebenswürdigkeit des Herrn Ministers kennen gelernt, welcher mir gegenüber bemerkte, er habe erfahren, dass es in wissenschaftlichen Kreisen Cisleithaniens verstimmt habe, dass weder an den Oesterr. Ingenieur- und Architektenverein, noch an den Donauverein eine Einladung zur Feier am 15. September ergangen sei. Er versicherte mir, dass auch die wissenschaftlichen Kreise in Ungarn nicht eingeladen worden seien, da es sich bei der Inaugurirung der Arbeiten nur um einen politischen Act

gehandelt habe, und in der That ist auch der ungarische Ingenieurverein nicht eingeladen worden. Der Herr Minister war so liebenswürdig, hinzuzufügen, dass er sich vorbehalte, eventuell nach einem Jahre oder später, wenn die Arbeiten im lebhaften Zuge sich befinden werden, die Gelegenheit zu benützen und die wissenschaftlichen Kreise Oesterreichs und Ungarns zum Besuche der Arbeiten am Eisernen Thore einzuladen. — Ich fühle mich verpflichtet, dies in den Räumen unseres Vereines mitzutheilen.

*Ingenieur Gärtner:* Es ist, glaube ich, das, was ich gesagt habe, von dem Herrn Hafenbau-Director Bömches falsch verstanden worden. Ich habe nicht gesagt, dass fünf Jahre ungenügend wären, sondern ich habe darauf hingewiesen, dass eine Bestimmung in den Bedingungen vorhanden ist, wonach im ersten Jahre 10 % und im zweiten Jahre 20 % der Arbeit zu leisten sind. Die Arbeit ist in drei Sectionen getheilt und eine Section betrifft die oberen Katarakte mit 160.000 m<sup>3</sup>. Für diese erste Section wären 16.000 und am eisernen Thore wären 20.000 m<sup>3</sup> zu sprengen gewesen. Ich habe jedoch dieses Moment nicht angeführt, um darauf hinzuweisen, man habe seitens der Unternehmer die Bedingungen nicht eingehalten, sondern ich wollte nur darauf aufmerksam machen, dass jedenfalls inzwischen das Arbeitsprogramm und die Mittel, um es auszuführen, in einer Weise festgestellt wurden, dass man nunmehr in der Lage ist, das ganze Ziel erreichen zu können.

Ich möchte aber noch für einen Moment auf die Art und Weise der Messungen hinweisen. Diese sind für die Ingenieure eine ausserordentlich wichtige Sache. Sie sind z. B. bei den Arbeiten am Rhein mittels eines eigenen Sondirapparates gemacht worden. Es besteht derselbe aus zwei gekuppelten Schiffen, über die ein Rahmen gelegt ist. Ich erachte dies besonders für Strömungen, wie sie an Katarakten vorkommen, für ein ganz unzureichendes Mittel; denn es werden zum Mindesten Differenzen von 10 cm vorkommen. Ich habe Anlass genommen, darüber an maßgebender Stelle zu sprechen und man hat ohneweiters zugegeben, dass dies eine Differenz sei, über die man nicht werde hinwegkommen können. Es ist selbstverständlich, dass derjenige Ingenieur, der die Messungen zu machen hat, die 10 cm von der einen Seite — ich sage nicht, absichtlich, aber es liegt in der menschlichen Natur — auf die andere Seite herüberzubekommen suchen wird. Ein Verfahren, welches zulässt, dass derartige Uncorrectheiten in der Messung möglich sind, scheint mir ungenügend. Ich bin der Ansicht — nicht weil ich mich mit pneumatischen Arbeiten viel befasse, wodurch ich vielleicht als voreingenommen erscheinen könnte — dass es, wenn man der Sache allmählig näher treten wird, ohne einen derartigen pneumatischen Apparat nicht gehen wird. Dieser Apparat wird sich für die Administration ungemein bezahlt machen, weil man sehen kann, was gemacht wird, während man dies sonst von der Oberfläche aus nicht gut constatiren kann; man weiss nicht, wird der Felsen zertrümmert oder wird nicht schon zertrümmerter Felsen oder gar Schotter gesprengt. Letzteres soll bei den Probearbeiten vorgekommen sein, weil der Schotter sich manchmal so fest anlagert, dass er den Charakter des Felsens hat, so dass man sich bemüht, mit Dynamitladungen den

Fels, der eigentlich kein Fels ist, zu entfernen. Der Herr College hat angeführt, dass die pneumatischen Apparate am Rhein deswegen so unangenehm waren, weil bei ihrer Feststellung auf der Flusssohle es vorgekommen sei, dass sie ins Schwanken gekommen sind. Dies mag darin seine Ursache gehabt haben, weil diese Apparate eine ausserordentlich geringe Basis besessen haben. Ich glaube, sie hatten ungefähr einen Durchmesser von 2—3 m. Ich bin überzeugt, diese Apparate werden nach allen Richtungen vollkommen entsprechen, wenn man sie sehr groß baut. Wir haben mit dem Apparate im Donaukanale sogar trigonometrische Messungen ausgeführt, die von außen stattfanden und durch einen eigenthümlich construirten Senkapparat in das Innere des Caissons übertragen wurden. Ich glaube daher, dass in Zukunft thatsächlich die pneumatischen Apparate dort, wo-

hin sie gehören, allgemeine Anwendung finden werden, da sie, wo die Stärke des zu entfernenden Felsens entsprechend ist, d. h. wo die Stärke nicht einen halben Meter, sondern einen Meter oder noch mehr beträgt, außerordentlich am Platze sind. Sie können dazu dienen, das durch die Sprengungen aufgeschlossene Gestein später zu fördern und den Durchmesser der auszuhebenden Kanalsohle zu bestimmen. Deswegen erlaube ich mir, meine Meinung dahin auszusprechen, dass für die Entfernung von Felspartien isolirter Art, die nur eine geringe Mächtigkeit, vielleicht eine solche von nur 50 cm haben, dieses Lobnitz'sche oder Thunhart'sche Verfahren sehr zweckmäßig sein dürfte, dass aber dort, wo es sich um die massenhafte Förderung des Felsens handelt, der pneumatische Apparat noch immer der beste sein wird.

## Versuche über das Verhältnis der Biegungs- zur Scheerfestigkeit des Holzes.

Von Prof. Dr. Forchheimer.

Wenn ein Balken durch Biegung zerbrochen wird, so kann die Zerstörung entweder durch Ueberschreitung der sogenannten Biegungsfestigkeit oder durch Ueberschreitung der Scheerfestigkeit stattfinden. Beide Festigkeiten sind bei vielen Hölzern wenigstens annähernd bekannt. Sehr ungenau kennt man jedoch die Kräftevertheilung im Bruch-Augenblicke. Die üblichen Formeln für die Bestimmung der Balkenabmessungen gelten daher nur näherungsweise im Augenblicke des Brechens. Nun wird die Biegungsfestigkeit unmittelbar durch Beanspruchung von Balken auf Biegung bestimmt. Die Fehler in der auf sie bezüglichen Formel gelangen daher bei den üblichen Balkenabmessungen, für welche die Coefficienten der Formel gelten, nicht zum Ausdrücke. Bei der Scheerfestigkeit ist das nicht der Fall. Die Umstände, unter welchen die Festigkeitszahlen Anwendung finden sollen, sind andere, als die unter welchen sie erhoben worden sind. Um zu sehen, ob sie trotzdem zu zweckmäßigen Holzstärken führen, wurden die im nachfolgenden beschriebenen Versuche \*) vorgenommen. Sie lassen an Vollständigkeit zu wünschen übrig und konnten nur in beständigem Maßstabe durchgeführt werden. Immerhin dürfte der kleine Beitrag, den sie zur Kenntnis der Festigkeits-eigenschaften des Holzes liefern, nicht unerwünscht sein, da gerade bei diesem Baustoffe Versuche aller Art seiner Ungleichförmigkeit wegen am Platze sind. Die Stäbe hatten mit Stäben aus verschiedenen Holzarten, Die Stäbe hatten fast sämtlich rechteckigen Querschnitt mit beidseitig ausgearbeiteten Rillen und nur bei einigen Cypressenstücken konnten die Rillen fortbleiben. Als Bruchlast diente stets ein Gewicht von 200 kg, während 2 Stangen in 50 cm Entfernung die Auflager bildeten. Zu Anfang eines jeden Versuches stand das mit dem Stabe durch ein Seil verbundene Gewicht auf der Erde. Wenn dann die Stangen von je 2 Mann gleichzeitig in die Höhe gehoben wurden, brach der Stab, falls er zu schwach war. Aus der Form des Bruches ließ sich meistens erkennen, ob ihn die Zug- und Druckspannungen der Biegung oder die Scheerspannungen veranlasst hatten.

\*) Sie wurden durchweg an der kaiserlichen Ingenieurschule zu Konstantinopel vorgenommen.

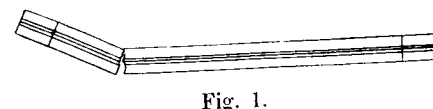


Fig. 1.



Fig. 2.

Im ersten Falle, Fig. 1, lief die Bruchfläche an der Belastungsstelle quer durch den Stab; im zweiten, Fig. 2, spaltete der Stab zwischen dem Gewichte und dem ihm näher liegenden Auflager von Rille zu Rille (wenn solche vorhanden) wagrecht durch. Da diese Spaltung den einfachen Balken in zwei halb so hohe mit viel kleineren Widerstandsmomenten verwandelte, war sie übrigens meistens von einem Biegungsbruch an der Belastungsstelle begleitet.

Bei einigen Probestäben fand endlich, Fig. 3, die Trennung längs einer derart langgestreckten Fläche statt, dass sie sich weder als eine reine Abscheerung noch als eine reine Zerbiegung betrachten ließ.



Fig. 3.

Die Versuche sollten sich auf die Formeln der Praxis beziehen. In diesen wird eine Kräftevertheilung angenommen, wie sie in einem elastischen Körper von gleichen Elasticitätscoefficienten für Zug und Druck vor dem Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze stattfindet und wird eine bestimmte Inanspruchnahme  $\tau$  auf Zug- und Druck und eine zweite  $\tau$  auf Abscheerung für zulässig erklärt. Für symmetrische Querschnitte und lothrechte Symmetrie-Ebene und Lastrichtung lauten sie dann bekanntlich (vergl. Fig. 4).

$$\sigma = \frac{M}{I} e \dots \dots \dots 1)$$

$$\tau = \frac{SV}{sl} \dots \dots \dots 2)$$

Hierin bedeutet:

$M$  das Moment der äusseren Kräfte,  
 $I$  das Trägheitsmoment des Querschnittes bezüglich seiner wagrechten Schwerachse.

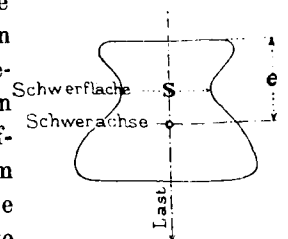


Fig. 4.

$e$  den Abstand der äussersten Faser von dieser Achse,  
 $S$  das statische Moment des oberhalb der Scheerfläche liegenden Querschnittes in Bezug auf die wagrechte Schwerachse,  
 $V$  die Summe der auf einer Seite des Querschnittes wirkenden Lasten,  
 $s$  die Querschnittsbreite in der Scheerfläche.

Die Division von (2) durch (1) liefert

$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{s M e}{S V} \quad (3)$$

Tabelle 1.

Kiefernholz.

Versuchsnummer	Abmessungen des Querschnittes				Entfernung der Last vom näheren Auflager, $a$	$\sigma : \tau$	Bruchursache   A Abscherung   B Biegung	Bemerkungen
	Höhe $h$	Breite $b$	Stegdicke $s$	Rillenhöhe $t$				
	cm	cm	cm	cm	cm			
1	4	3	0.55	2.45	12.5	2.6	A	
2			0.6	2.4		2.8	B	brach durch einen Astknoten auf der gezogenen Seite, dann durch Biegung
3			1.2	1.8		5.2	B	brach durch einen Astknoten auf der gezogenen Seite, dann durch Scheerung
4	3	3	0.4	2.6	12.5	2.8	A	brach langsam
5			0.45	2.55		3.1	A	
6			0.5	2.5		3.4	A	
7			0.5	2.5		3.4	A	
8			0.65	2.35		4.3	B	
9			0.7	2.3		4.6	—	hielt
10			0.7	2.3		4.6	A	
11			0.8	2.2		5.1	—	hielt
12			0.9	2.1		6.1	B	
13	2.5	3	0.5	1.7	12.5	4.6	A	
14			0.5	1.7		4.6	B	
15			0.5	1.7		4.6	?	
16			0.5	1.7		4.6	—	
17			0.7	1.7		2.2	A	
18			0.7	1.7		2.2	B	Astknoten
19			0.8	1.7		7.2	B	brach langsam
20			1.1	1.7		9.7	B	
21	3	2	0.4	1.6	12.5	3.6	A	
22			0.4	1.6		3.6	A	
23			0.5	1.5		4.4	A	
24			0.5	1.5		4.4	A	
25			0.5	1.5		4.4	A	
26			0.55	1.45		4.9	B	
27			0.55	1.45		4.9	B	
28			0.65	1.35		5.7	B	
29			0.65	1.35		5.7	B	
30			0.65	1.35		5.7	B	Astknoten
31			0.7	1.3		6.1	B	
32			0.8	1.2		6.9	B	
33			0.8	1.2		6.9	?	brach langsam
34			0.85	1.15		7.3	A	
35			0.85	1.15		7.3	?	
36			0.9	1.1		8.1	B	
37			0.9	1.1		8.1	A	spaltete an dem vom Gewichte entfernten Auflager längs einer Faser
38			1.0	1.0		9.3	B	
39			1.15	0.85		10.1	B	
40			1.15	0.85		10.1	?	

Wenn (Fig. 5) an einem Balken eine einzige Last  $P$  im Abstände  $a$  vom näheren Auflager hängt, so ist  $V$  der Gegendruck dieses Auflagers und  $M = Va$ , so dass (3) übergeht in

$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{a e s}{S} \quad (4)$$

Bei den Probestäben lag die engste Stelle in der Querschnittsmitte (vergl. Fig. 6) und ging somit die Scheerfläche der Formel (2) durch die wagrechten Schwerachsen. Für diese Stäbe findet sich  $S$  (vergl. Fig. 6) wie folgt: die Fläche von  $ABEH$  beträgt  $\frac{bh}{2}$  und ihr Schwerpunkt liegt im Abstände  $\frac{h}{4}$  von  $EH$ ; ihr statisches Moment in Bezug auf  $EH$  ist also  $\frac{bh^2}{8}$ . Die Fläche

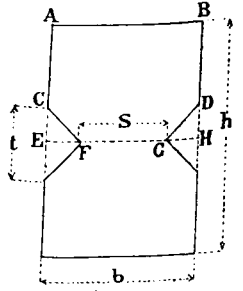


Fig. 6.

von  $CEF$  beträgt  $\frac{t(b-s)}{8}$  und ihr Schwerpunkt liegt im Abstände  $\frac{t}{6}$  von  $EH$ ; ihr statisches Moment in Bezug auf  $EH$  ist also  $\frac{t^2(b-s)}{48}$ . Ebenso groß ist das von  $GHD$ . Demnach ist

$$S = \frac{bh^2}{8} - \frac{(b-s)t^2}{24}$$

Die Einsetzung in (4) liefert schließlich, wenn man noch bedenkt, dass  $\frac{h}{2}$  statt  $e$  geschrieben werden darf,

$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{4 a h s}{b h^2 - \frac{1}{3} (b-s) t^2} \quad (5)$$

Die größte Zahl Versuche wurde mit Kiefernholz angestellt. Herr Prof. Dr. Wilhelm in Wien hatte die ausserordentliche Freundlichkeit, zwei Proben zu untersuchen\*) und äusserte sich wie folgt: „Die beiden Kiefernstücke dürften von der gemeinen Kiefer stammen (*pinus silvestris*), das eine könnte allenfalls auch von einer Schwarzkiefer (*pinus laricio*) herühren — beide Arten sind im Holzkörper kaum verschieden.“ Die Ergebnisse der Bruchversuche sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 2.

Tannenholz.

Versuchsnummer	Abmessungen des Querschnittes				Entfernung der Last vom näheren Auflager, $a$	$\sigma : \tau$	Bruchursache   A Abscherung   B Biegung	Bemerkungen
	Höhe $h$	Breite $b$	Stegdicke $s$	Rillenhöhe $t$				
	cm	cm	cm	cm	cm			
41	3	1.9	0.65	10	12.5	5.9	?	
42			0.7	11		6.3	A	
43			0.85	9		7.6	B	
44			0.9	10		8.1	B	

\*) Für diese und die im Nachfolgenden aufgezählten Bestimmungen der Holzarten sei der verbindliche Dank des Verfassers an dieser Stelle ausgedrückt.



Aus der Tabelle 1 geht zunächst hervor, dass das Verhalten des Holzes kein gleichförmiges ist. Insbesondere weicht die Festigkeit des Holzes in der Nähe der Astknoten von der des glatten Stammes sehr ab. Auch kann (Versuch 37) längs einzelner Fasern die Schubfestigkeit stark unter den Mittelwert sinken. Wenn man die Proben 2, 3 und 37, welche Unregelmäßigkeiten zeigten, ausschaltet, so sieht man, dass der Bruch für  $\sigma : \tau < 4.9$  durch Scheerung, für  $\sigma : \tau > 7.3$  durch Biegung erfolgte. Für  $\sigma : \tau = 1 : 6.1$  wäre daher eine Zerbiegung und eine Zerscheerung gleich wahrscheinlich. Mit Rücksicht auf Versuch 37 dürfte es sich jedoch empfehlen,  $\sigma : \tau$  nicht grösser als 1 : 7 zu wählen und zwar würde diese Zahl für astfreies Kiefernholz gelten.

Tabelle 3.

Eichenholz.

Versuchsnummer	Abmessungen des Querschnittes				Entfernung der Last vom näheren Auflager, "	$\sigma : \tau$	Bruchursache A Biegung B Scheerung	Bemerkungen
	Höhe <i>h</i>	Breite <i>b</i>	Stegdicko <i>s</i>	Rillenhöhe <i>t</i>				
	cm	cm	cm	cm	cm			
1	3.1	2.2	0.75	1.0	12.5	5.7	—	hielt
2			0.8	1.0	12.5	6.0	—	hielt
3	2.8	1.8	0.6	0.8	12.5	6.1	?	
4			0.75	0.8	9	5.5	A	
5			0.8	0.8	20	12.8	B	
6			0.9	1.0	8	9.4	—	hielt
7	2.7	1.75	0.6	0.8	12.5	7.3	A	spaltete wagrecht von der Belastungsstelle bis zum entfernteren Auflager einerseits und bis auf 4 cm vom näheren Auflager andererseits
8			0.6	0.9	12.5	7.3	?	brach s-förmig in der Balkenmitte, also nicht an der Belastungsstelle
9			0.8	0.8	12.5	8.6	?	brach s-förmig zwischen der Last und dem entfernteren Auflager auf 17 cm Länge
10	2.7	1.7	0.6	0.7	14	8.3	A	spaltete zwischen der Last und dem entfernteren Auflager, für welches $\sigma = 36$ und $\sigma : \tau = 21.3$ zu setzen ist
11			0.65	0.8	12.5	7.3	?	brach s-förmig zwischen der Last und dem entfernteren Auflager auf 8 cm Länge
12			0.65	0.8	12.5	7.3	?	
13			0.65	0.9	12.5	7.3	A	
14	2.65	1.7	0.8	0.6	11	7.9	B	
15	2.65	1.6	0.75	0.65	12.5	9.0		
16	2.6	1.7	0.8	0.6	10	7.3	B	
17	2.5	2.1	0.9	0.7	12.5	8.8	B	

Ähnlich wie bei Kiefernholz verhielt sich Holz, welches nach Herrn Prof. Dr. Wilhelm unzweifelhaft einer echten Tanne (*Abies*-Art) und sicher nicht einer echten Fichte (*Picea*-Art) angehörte und von Bohlen stammte, die seit Jahren in Benützung gewesen waren. Ob die Tanne die gemeine oder eine ihrer Verwandten, etwa die griechische (*A. cephalonica*) gewesen ist, ließ sich allerdings, der Uebereinstimmung dieser Arten im Holzbau wegen, nicht bestimmen.

Da nach den vielen Bestimmungen anderer Beobachter Tannen- und Kiefernholz gleiche Festigkeitszahlen besitzen und Tabelle 2 hiermit im Einklange steht, wurden die Versuche mit Tannenholz nicht weiter fortgesetzt und können

Tabelle 4.

Lindenholz.

Versuchsnummer	Abmessungen des Querschnittes				Entfernung der Last vom näheren Auflager, "	$\sigma : \tau$	Bruchursache A Biegung B Scheerung	Bemerkungen
	Höhe <i>h</i>	Breite <i>b</i>	Stegdicko <i>s</i>	Rillenhöhe <i>t</i>				
	cm	cm	cm	cm	cm			
1	3	2	0.4	1.1	12.5	3.4	A	
2			0.4	1.2	12.5	3.4	A	
3			0.55	1.1	12.5	4.8	A	
4			0.55	1.1	12.5	4.8	A	
5			0.6	1.1	12.5	5.1	A	
6			0.6	1.1	12.5	5.1	A	
7			0.8	0.9	12.5	6.7	A	
8			0.8	1.0	12.5	6.9	A	
9			0.9	1.0	12.5	7.7	A	
10			1.0	0.9	12.5	8.5	A	
11			0.5	1.0	25	8.7	A	
12			1.2	0.8	12.5	10.1	B	
13			0.95	1.0	16	10.3	?	
14			0.6	1.1	25	10.5	A	
15			0.65	1.1	25	11	A	
16			0.85	1.0	20	11	?	
17			1.0	0.9	19	12	?	
18			1.0	1.0	25	17	B	
19			1.2	0.9	25	20	B	
20			1.3	0.65	25	21	B	

Tabelle 5.

Cypressenholz.

Versuchsnummer	Abmessungen des Querschnittes				Stützweite	Entfernung der Last vom näheren Auflager, "	Inanspruchnahme auf Biegung $\sigma$	Inanspruchnahme auf Abscherung $\tau$	$\sigma : \tau$	Bruchursache A Biegung B Scheerung	Bemerkungen
	Höhe <i>h</i>	Breite <i>b</i>	Stegdicko <i>s</i>	Rillenhöhe <i>t</i>							
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	atm	a/m			
1	3	2	0.8	1.1	50	12.5	629	104	6.0	A	
2	3	2	0.7	1.1	50	12.5	629	92	6.8	A	Bruch an mehreren Stellen
3	3	2	1	1	50	12.5	627	74	8.5	?	trug 200 kg ohne zu brechen; brach nach Erhöhung der Last u. zeigte dabei sowohl Biegungsbruchflächen als Scheerflächen
4	3	2	1.2	0.9	50	12.5	627	62	—	—	trug 200 kg ohne zu brechen
5	2.5	2	1.2	0.6	50	12.5	901	74	12.2	?	schräger Bruch
6	2.85	1.9	1.9	keine Rillen	50	10	623	44	14.1	B	von der lothrechten Biegungsbruchfläche ging eine schräge Bruchfläche in der Richtung des entfernteren Auflagers zur oberen Staboberfläche
7	2.5	2	1.4	0.5	50	12.5	901	64	14.1	A	
8	2.8	1.85	1.85		50	10	661	46	14.4	?	brach in viele Stücke
9	2.85	1.9	1.9		50	12.5	728	41	17.8	B	brach nicht sofort nach Belastung
10	2.8	1.9	1.9		50	12.5	752	42	17.9	B	brach nicht sofort nach Belastung
11	2.2	2	2		45	15	1230	45	27.3	B	die Bruchfläche lag statt an der Belastungsstelle 5 cm von ihr entfernt zwischen ihr und dem entfernteren Auflager
12	2.2	2.3	2.3		45	20	1195	33	36.2	B	

die vier der Tabelle 2 als eine Ergänzung der 40 vorhergehenden der Tabelle 1 angesehen werden. Auch Fichtenholz zeigt nach den bisherigen Beobachtern dasselbe mechanische Verhalten wie Kiefern und Tannenholz.

Abweichend ist Eichenholz. Die Proben der Tabelle 3 stammten nach Herrn Prof. Dr. Wilhelm entweder von der Stiel- oder von der Traubeneiche, und sicher nicht von der Zerreiche.

Nach Tabelle 3 wechselt die Festigkeit des Eichenholzes recht erheblich; besonders muss die Schubfestigkeit benachbarter Holztheile oft sehr verschieden sein, sonst hätten einige Stücke nicht auf der Seite zwischen der Last und dem entfernteren Auflager durchgescheert werden können, auf welcher  $\tau$  nur  $\frac{2}{5}$  bis  $\frac{1}{3}$  des Werthes erreichte, den es auf der Balkenstrecke zwischen der Last und dem näheren Auflager besaß. Das für die Bruchweise entscheidende Verhältniß  $\tau:\sigma$  schwankte von 1:7.3 bis 1:21. Uebrigens soll die Zerreiche (burgundische Eiche) in ihrem Verhalten noch unzuverlässiger sein als die erwähnte Stiel- (Sommer)-Eiche und Trauben- (Winter-, Stein)-Eiche.

Sehr regelmäßig spielten sich die Bruchvorgänge bei einer Anzahl Stäbe ab, welche nach Herrn Prof. Dr. Wilhelm aus Lindenholz bestanden, welcher Art, war bei der großen Uebereinstimmung der Linden im Bau ihres Holzes, nicht zu sagen; vergl. Tabelle 4.

Nur für die Werthe von  $\sigma:\tau$  zwischen 10 und 12 schwankte die Bruchweise, für  $\sigma:\tau=11$  ist demnach die eine Zerstörungsweise so wahrscheinlich wie die andere.

Am kleinsten nämlich im Mittel 1:14 zeigte sich bei Cypressenholz das Verhältniß der Scheer- zur Biegungs-

Tabelle 6.

Verhältniss der Biegungs-

festigkeit und der Bruch erfolgt viel unregelmäßiger als bei der Linde. Manche Cypressenstäbe zersprangen nämlich unter Einwirkung der Last wie ein spröder Körper gleichzeitig längs mehrerer Flächen. Hieraus dürfte ferner hervorgehen, dass bei diesem Holze die Festigkeit von der Faserrichtung wenig beeinflusst wird, und dass sie in benachbarten Holztheilen oft ziemlich verschieden ist. Näheres besagt Tabelle 5, in welcher auch die Werthe  $\tau$  und  $\sigma$  der Inanspruchnahmen auf Schub und Biegung eingetragen wurden, weil über diese Holzgattung noch keine Versuche von anderer Seite vorlagen.

Die Ergebnisse der verschiedenen Versuche sollen schliesslich zusammengefasst und mit den Angaben von Winkler (Die hölzernen Balkenbrücken, 2. Aufl. 1887) und Tetmajer (Die Baumechanik, II. Theil, 1889) verglichen werden. Ersterer stellt die Festigkeitszahlen verschiedener Beobachter zusammen und leitet aus ihnen (S. 32) Mittelwerte ab, auf Grund deren er die zulässigen Beanspruchungen bleibender und kurzlebiger Bauten (S. 47) festsetzt. Tetmajer gibt (S. 257 und 188) die Ergebnisse früherer eigener Beobachtungen wieder (vergl. die Generalzusammenstellung des 2. Heftes der Mittheilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am schweiz. Polytechnikum). Nach seinen Zahlen wird das Verhältniss der Biegungs- zur Scheerfestigkeit kleiner als nach denen Winkler's; er empfiehlt ferner (S. 78, 186 und 258) mit Rücksicht auf die Astknoten den Sicherheitsgrad gegen die Biegungsfestigkeit größer zu wählen als gegen die Scheerfestigkeit, so dass das Verhältniss der zulässigen Inanspruchnahme auf Biegung zu jener auf Abscheeren noch viel kleiner wird.

Holzart	Nach den eigenen Versuchen	Nach Winkler			Nach Tetmajer		
		Festigkeiten	Zulässige Inanspruchnahmen		Festigkeiten	Zulässige Inanspruchnahmen	
			Bleibende Bauten	Provisorische Bauten		Ruhende Belastung	Mässige Erschütterungen
Kiefer . . . . .	im Mittel 7	für Nadelholz $\frac{585}{50} = 11.7$	für Nadelholz $\frac{90}{6} = 15$	für Nadelholz $\frac{105}{7} = 15$	$\frac{410}{61} = 6.7$	$\frac{410:6}{61:3} = 3.3$	$\frac{410:8}{61:4.5} = 3.8$
Tanne . . . . .	" " 7				$\frac{440}{63} = 7.0$	$\frac{440:6}{63:3} = 3.5$	$\frac{440:8}{63:4.5} = 3.9$
Fichte . . . . .	—				$\frac{440}{67} = 6.6$	$\frac{440:6}{67:3} = 3.3$	$\frac{440:8}{67:4.5} = 3.7$
Lärche . . . . .	—				$\frac{530}{72} = 7.4$	$\frac{530:6}{72:3} = 3.7$	$\frac{530:8}{72:4.5} = 4.1$
Eiche . . . . .	7.3 bis 21	$\frac{690}{77} = 9$	$\frac{105}{10} = 10.5$	$\frac{120}{12} = 10$	$\frac{600}{75} = 8.0$	$\frac{600:6}{75:3} = 4.0$	$\frac{600:8}{75:4.5} = 4.5$
Linde . . . . .	im Mittel 11	—	—	—	—	—	—
Cypresse . . . . .	" " 14	—	—	—	—	—	—

Hiernach geben die Bruchversuche, bei welchen auch der Widerstand gegen Schubkräfte durch Biegen eines Balkens erzielt wird, bei Nadelholz ein Verhältniss der beiden zulässigen Inanspruchnahmen, welches zwischen den auseinander gehenden Vorschriften die Mitte hält. Hiermit

stimmen nach Ansicht des Verfassers die Annahmen der Praxis im Durchschnitte überein. Eichenholz wäre nach den Versuchen noch unzuverlässiger gegen Scheerkräfte, als man gewöhnlich annimmt.



## HAFENANLAGE in PRAG - HOLESCHOWITZ.

Fig. 1. Situation. 1:6000



Erklärungen.  
Projektirter Schutz und Verkehrshafen: 750 m. lang, 100 m. breit, für 150 Fahrzeuge.  
Eventuelle Verlängerung: 250 m. 100 m. 50 m.  
Fährungsraum zusammen 200 m.

Fig. 2. Querschnitt A B. 1:600.

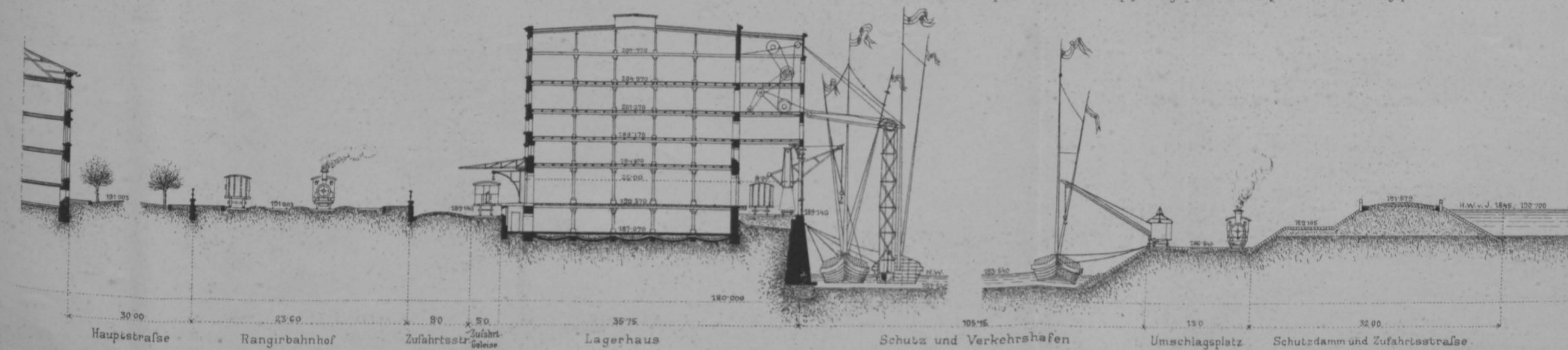


Fig. 8-10. DETAIL der KAMMERSCHLEUSE

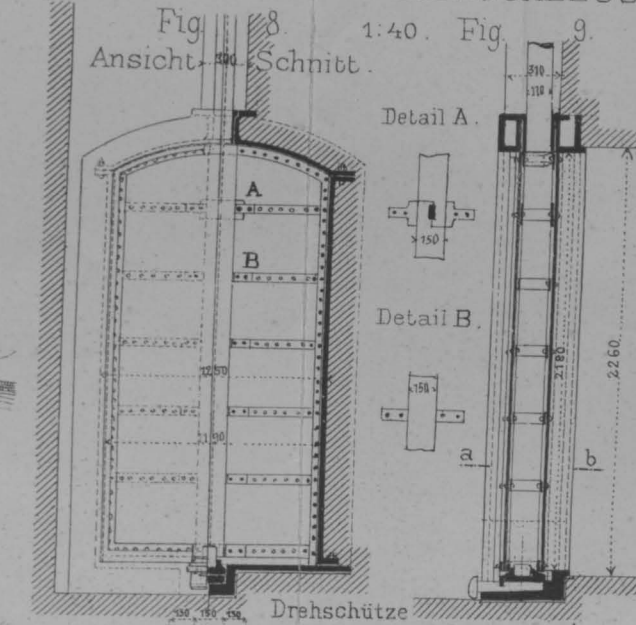


Fig. 7. Wehrbockansicht 1:80.

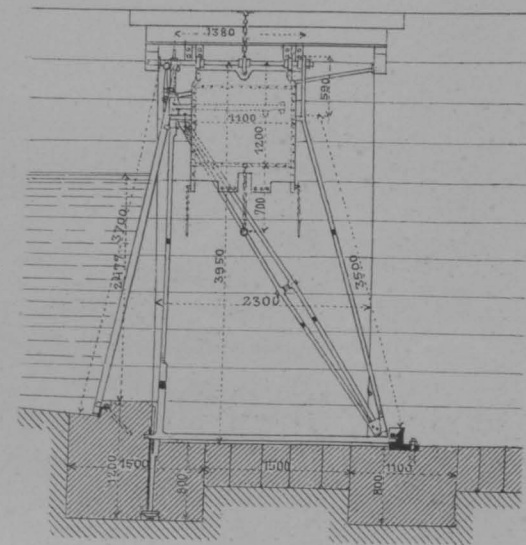


Fig. 5. Grundriss. 1:400.

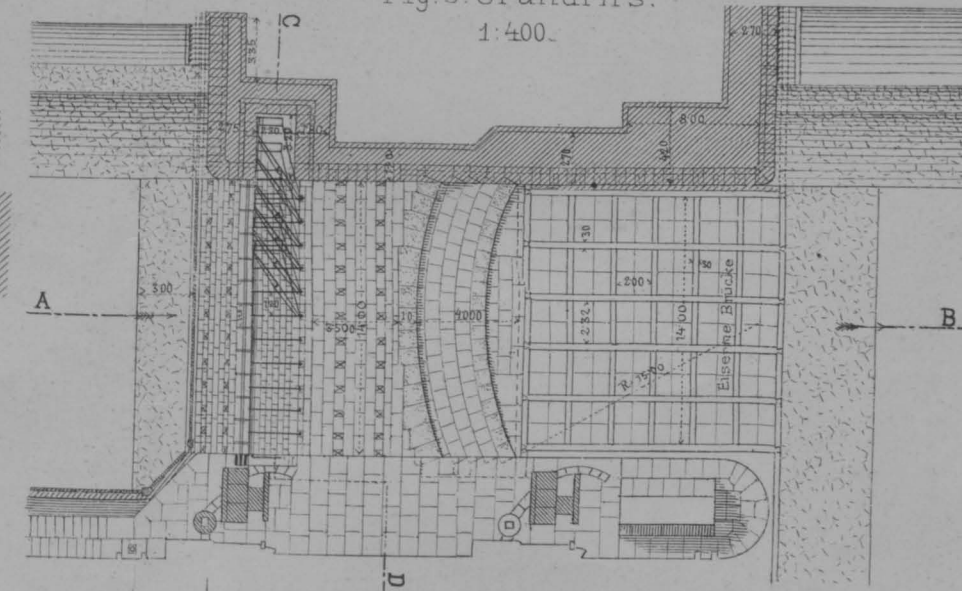


Fig. 6. Schnitt. CD. 1:400.

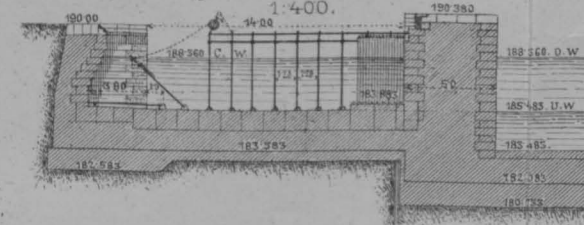


Fig. 3. Querschnitt. CD. 1:600.

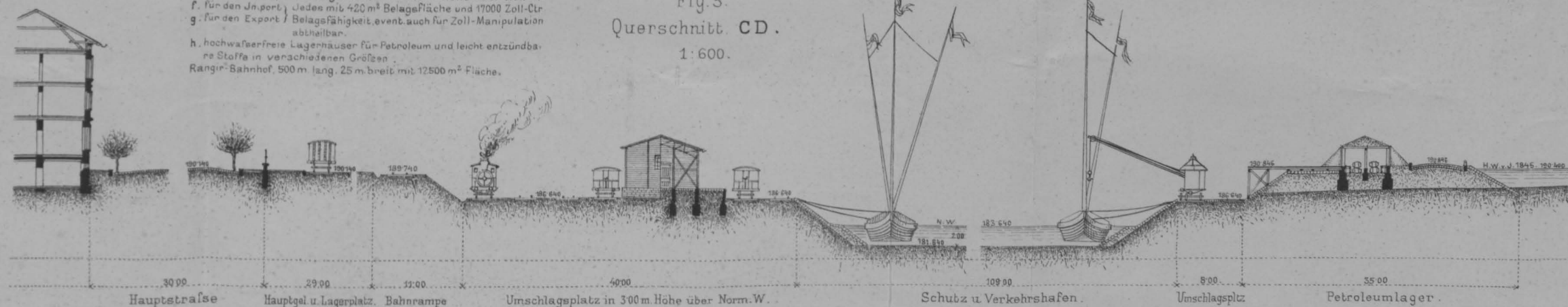
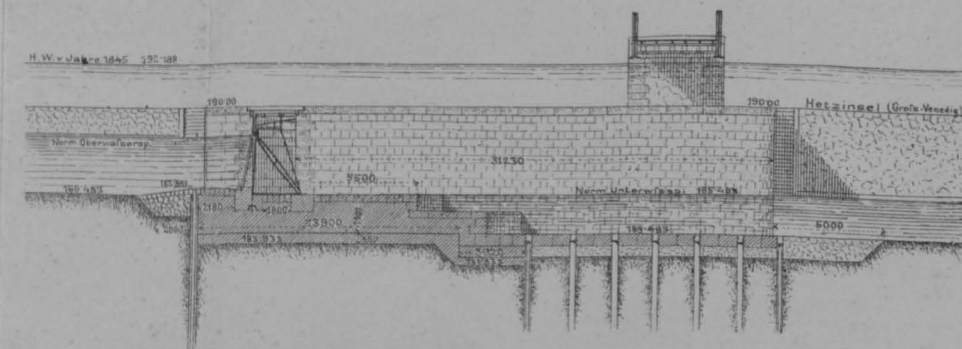


Fig. 4-7 NADELWEHR bei der HETZJNSELSCHEUSE.  
Fig. 4. Längenschnitt AB 1:400.





# DIE HAFEN-ANLAGEN IN PRAG.

## SCHIFFFAHRTS-KANAL von CAROLINENTHAL bis FRANTIŠEK.

Fig. 1. Situation. 1:5000.

Taf. XXV.

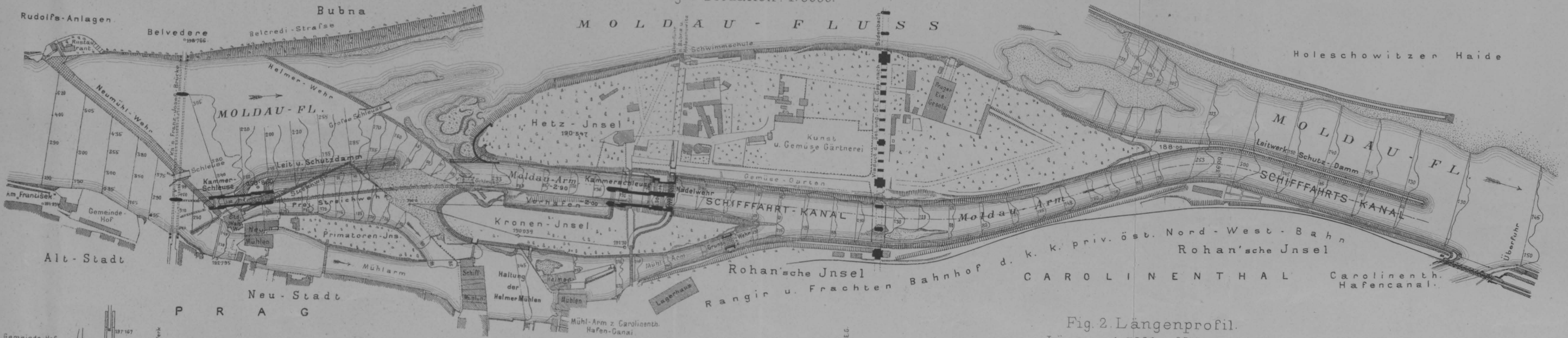


Fig. 2. Längenprofil.  
Längen: 1:5000. Höhen: 1:250

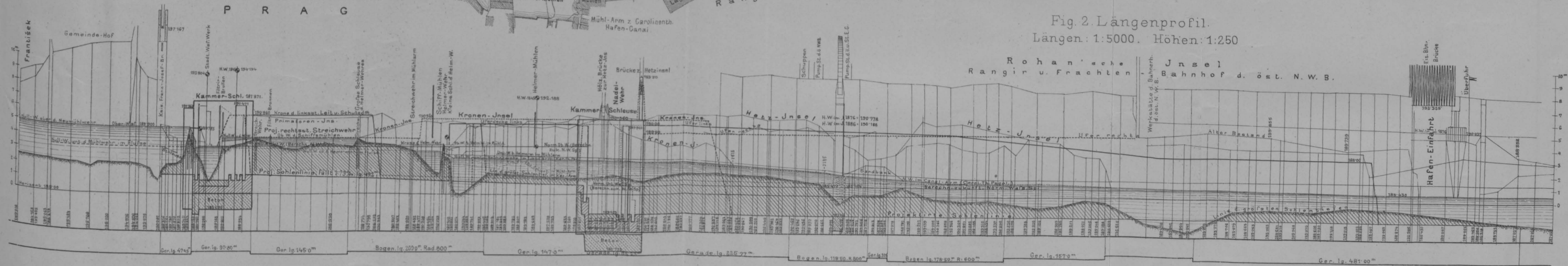


Fig. 3. Prof. 8. lg. 2350<sup>m</sup>  
(unterh. der Neumühlschleuse).

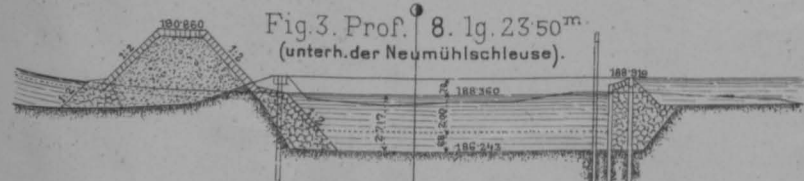


Fig. 4. Prof. 19. lg. 4600<sup>m</sup>  
(im Vorhafen).



Fig. 5. Prof. 22. lg. 3160<sup>m</sup>  
(bei der Hetzinselschleuse).

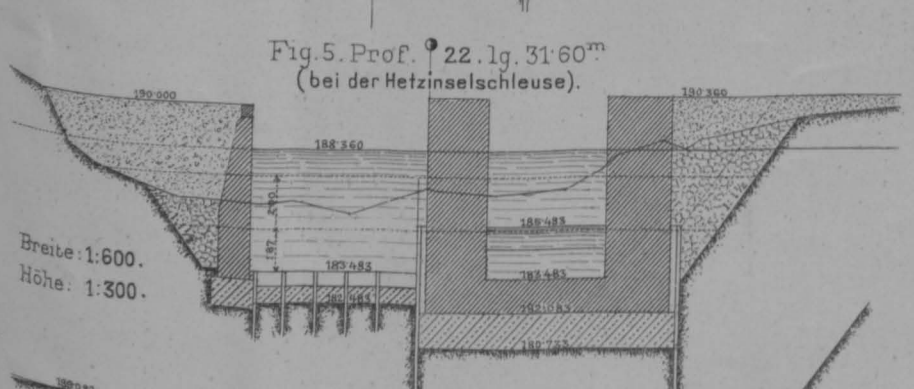


Fig. 6. Prof. 36. lg. 4000<sup>m</sup>  
(oberhalb der unteren Hetzinselspitze).

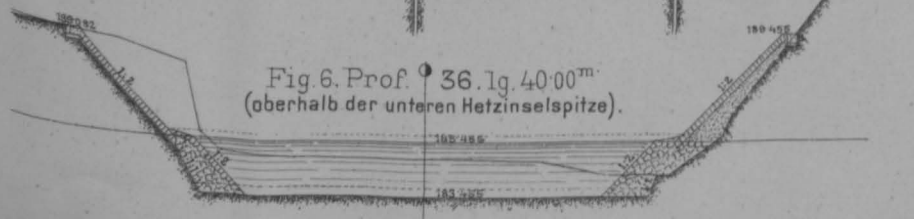


Fig. 7. 11. KAMMERSCHLEUSE im NEUMÜHLWEHR. 1:400.  
Fig. 7. Längenschnitt.

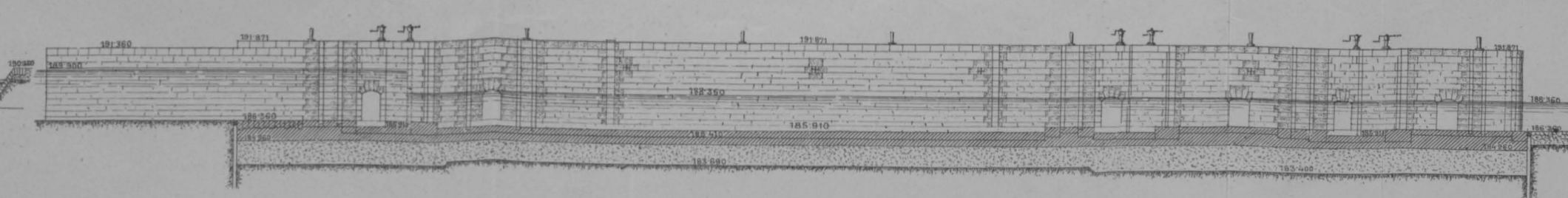


Fig. 8. Grundriss

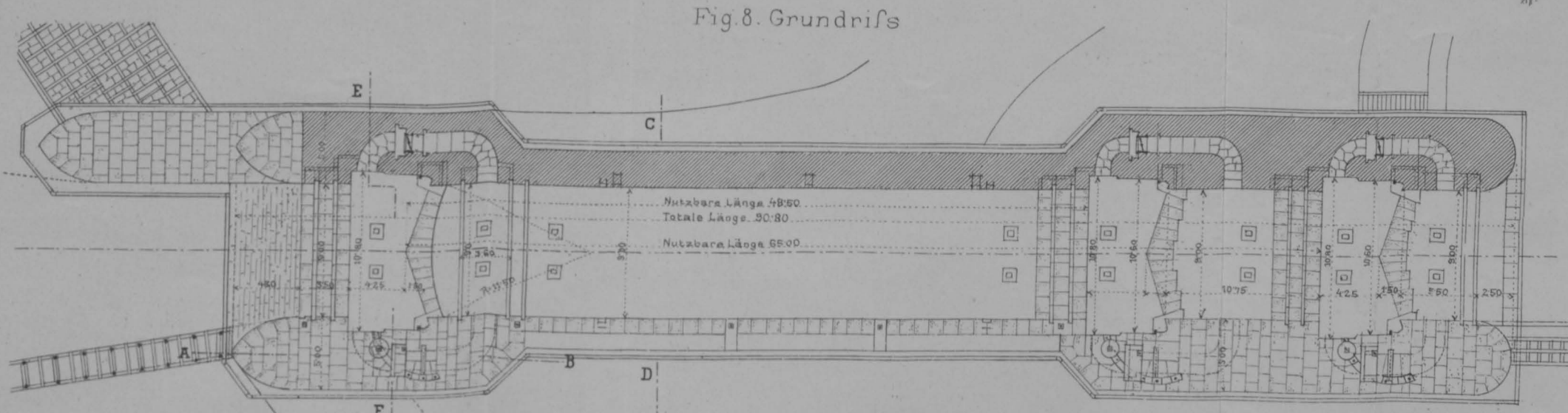


Fig. 9. Längenschnitt AB.

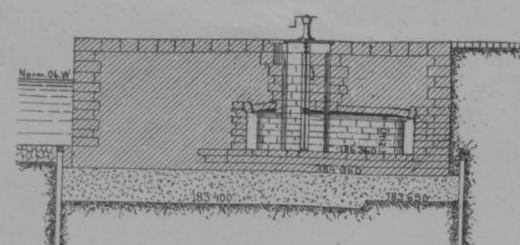


Fig. 10. Schnitt CD.

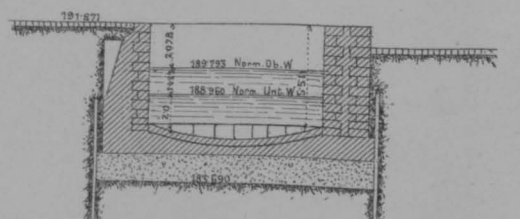


Fig. 11. Schnitt EF.

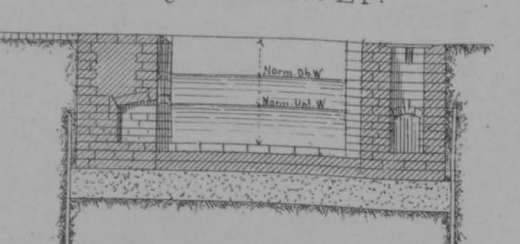




Fig.1. Höchste Lage des Rolleneinschnittes

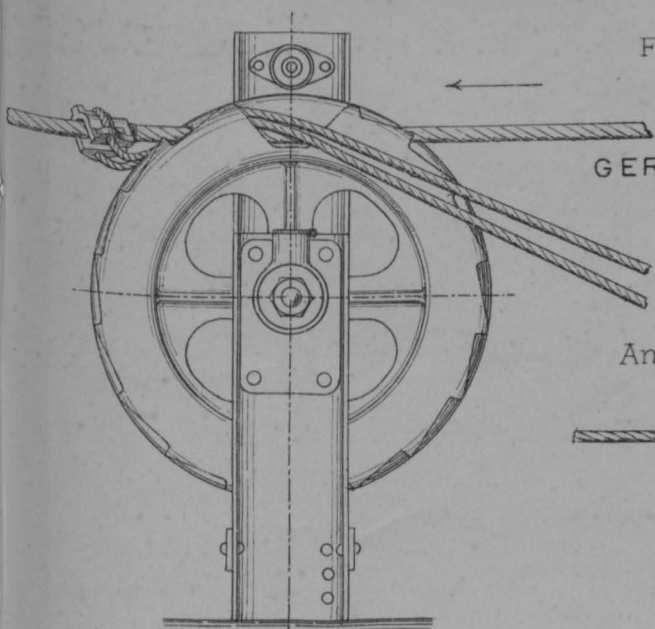


Fig. 2. Ansicht von oben.

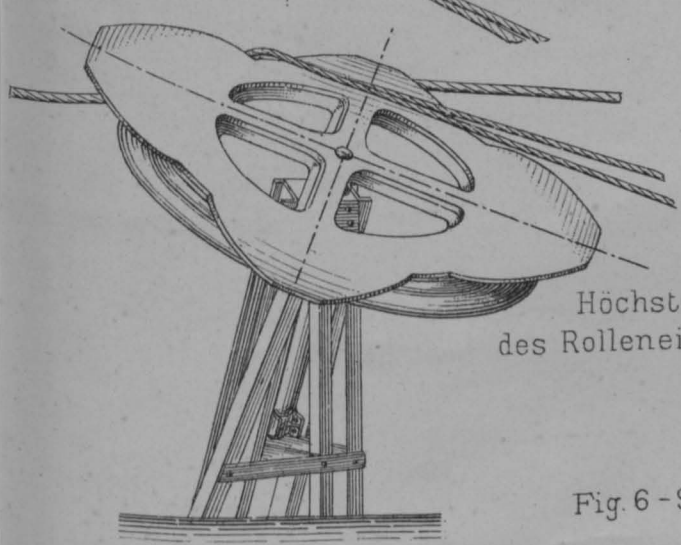
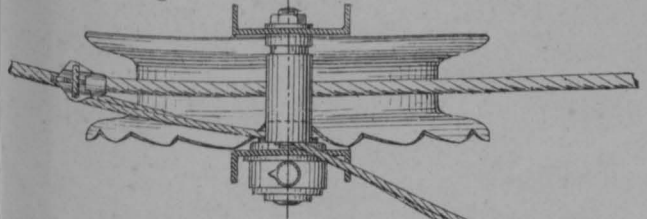


Fig. 4. Höchste Lage des Rolleneinschnittes

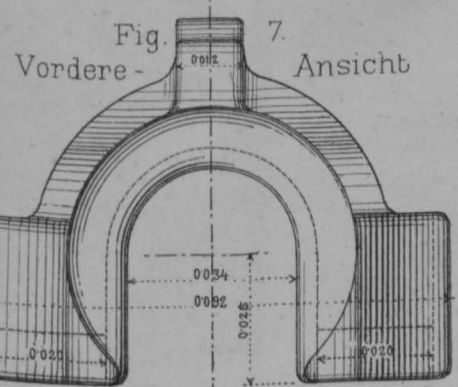


Fig. 7. Vordere - Ansicht

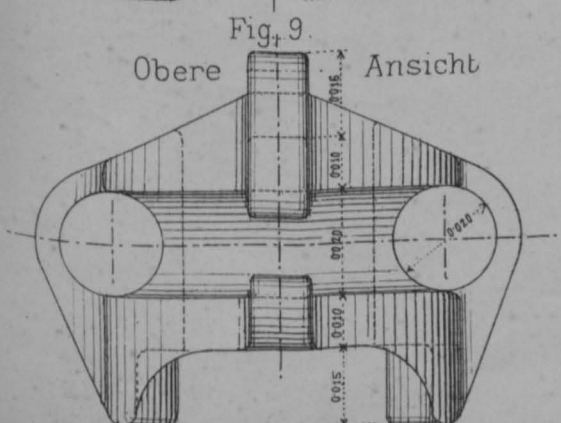


Fig. 9. Obere Ansicht

Fig. 1-3.

FÜHRUNGS-ROLLEN  
für das Kabel  
in  
GERADEN KANALSTRECKEN.

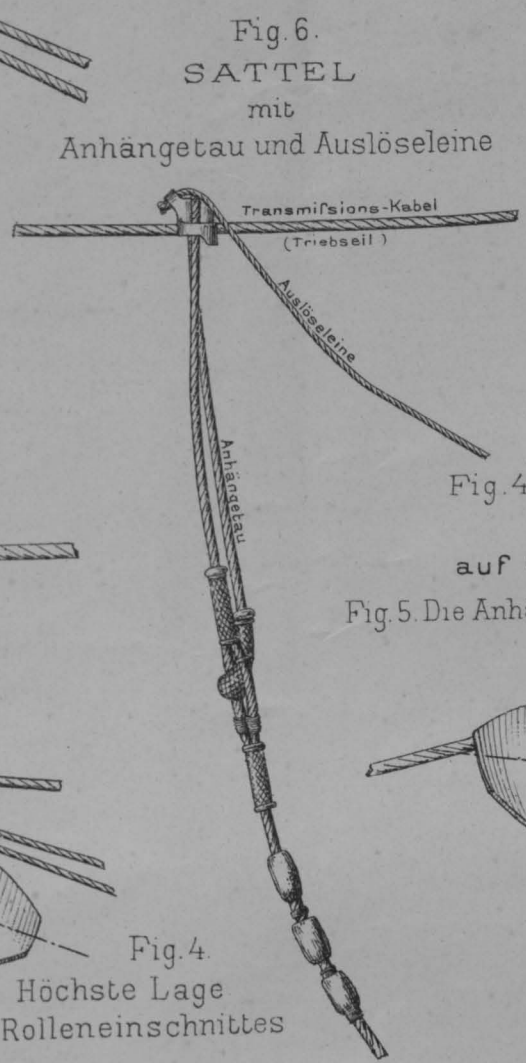


Fig. 6. SATTEL  
mit  
Anhängetau und Auslöseleine

Fig. 3. Anhängetau tritt in den Rolleneinschnitt ein.

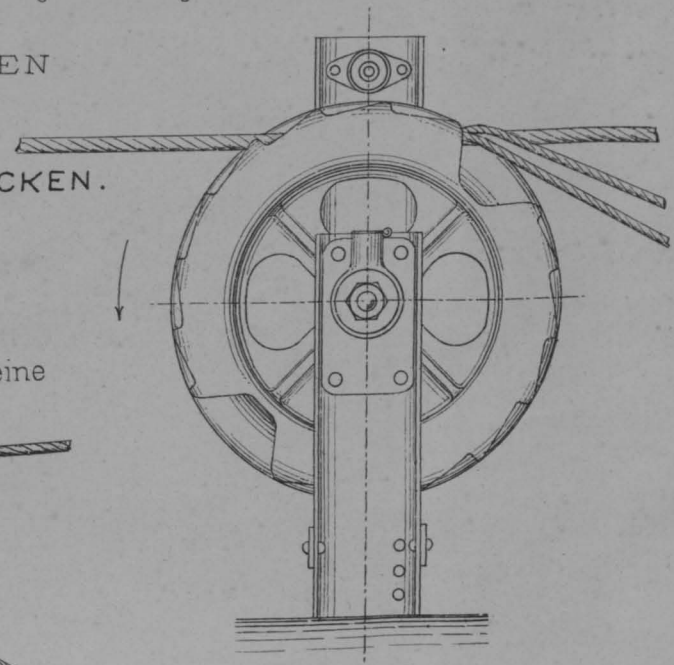


Fig. 4 u. 5. FLÜGEL-LEITROLLEN  
für das Kabel  
auf CONCAVEN CANALUFERN.

Fig. 5. Die Anhängenvorrichtung tritt in den Rolleneinschnitt ein.

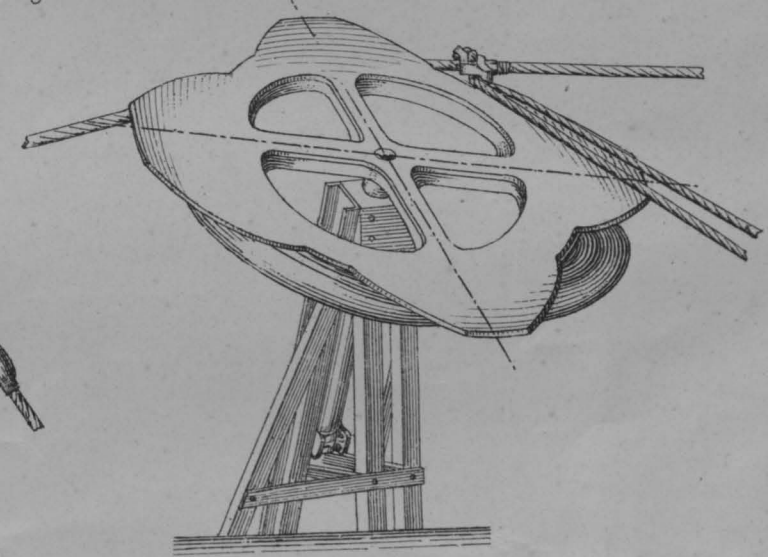
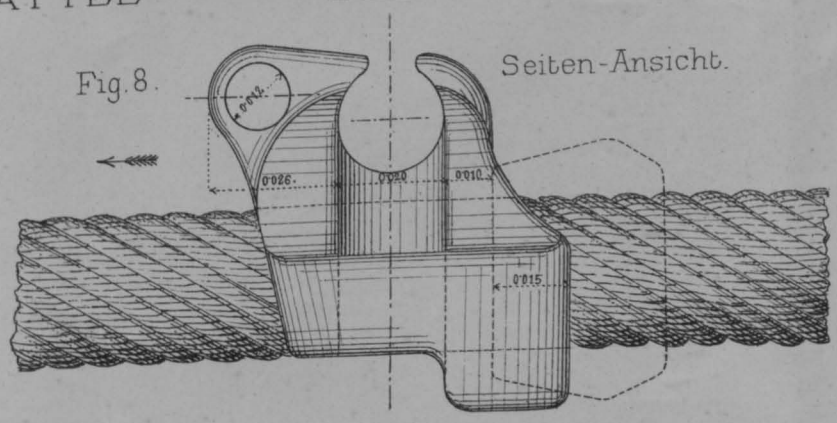


Fig. 6-9. SATTEL

Fig. 8.



Seiten-Ansicht.

Fig. 10. MITNEHMERRING  
sammt Bund für die Anbinde-Vorrichtung

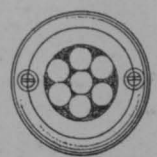
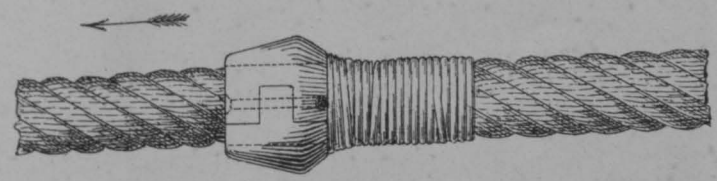


Fig. 1. STÄNDER  
für die Führungsrollen des Kabels  
in geraden  
Kanalstrecken  
1:10.

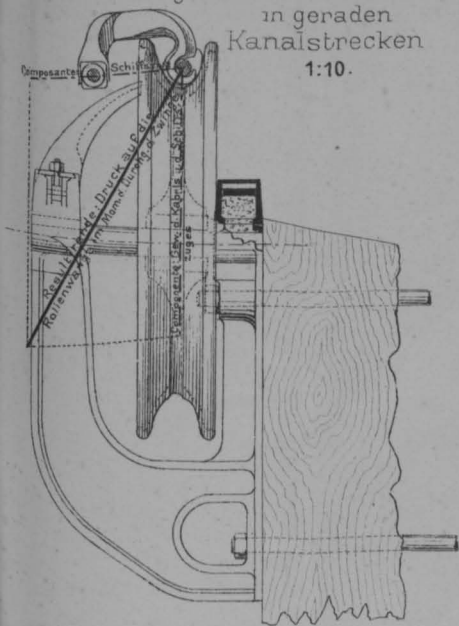


Fig. 2. WINKEL-LEITROLLEN  
für das Kabel auf convexen Kanalufern  
1:10.

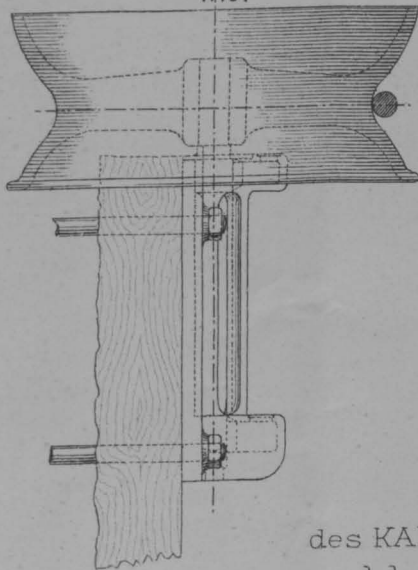


Fig. 3. WINKEL-LEITROLLEN.  
für das Kabel auf concaven Kanalufern  
1:10.

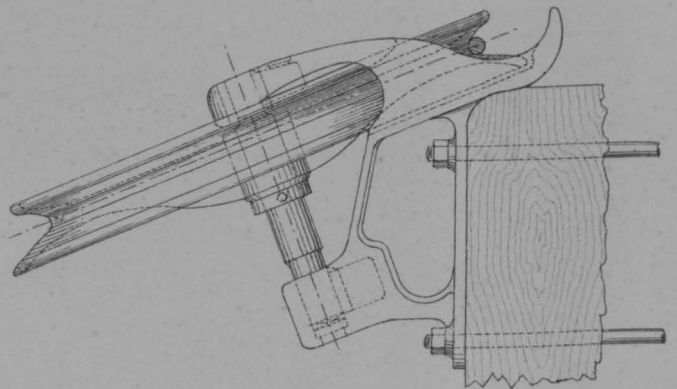


Fig. 4.  
Seitenansicht  
des KABELS mit der ZWINGE  
und dem ANHÄNGETAUE  
1:4.

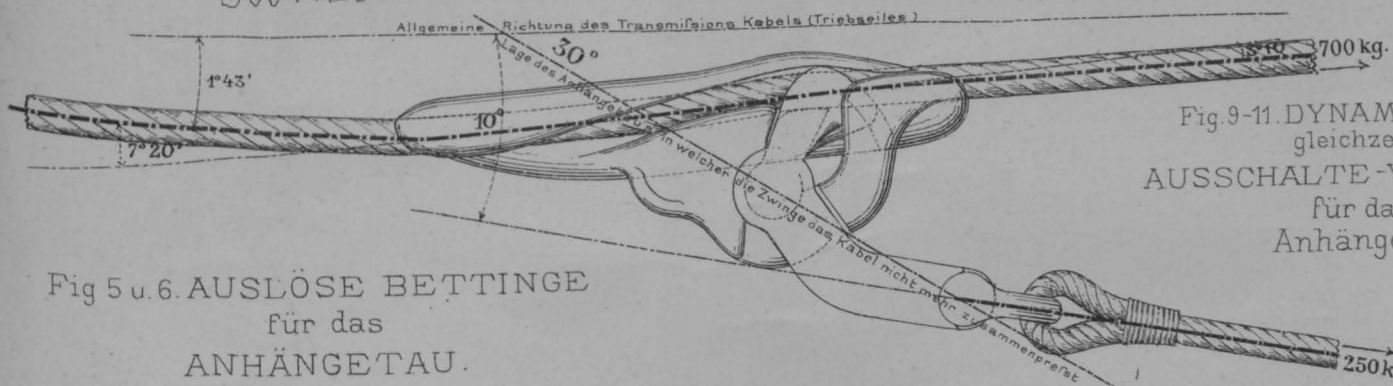


Fig 5 u. 6. AUSLÖSE BETTINGE  
für das  
ANHÄNGETAU.  
1:5.

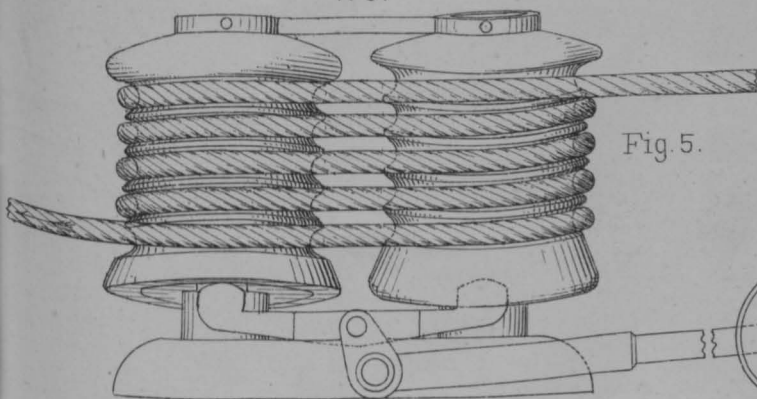


Fig. 6.

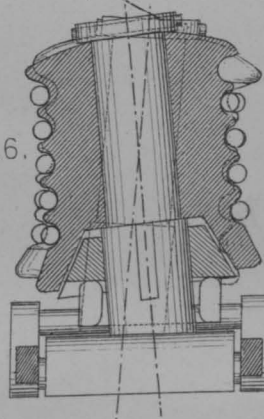


Fig. 9-11. DYNAMOMETER  
gleichzeitig  
AUSSCHALTE-VORRICHTUNG  
für das  
Anhängertau.

Fig. 9.  
Schnitt EF.

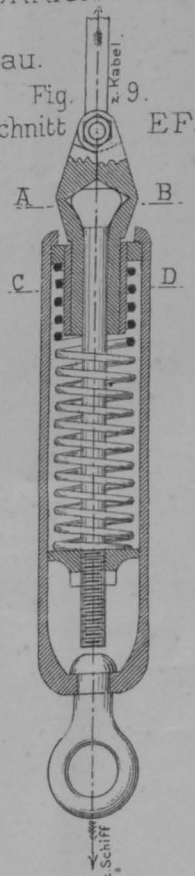


Fig. 10. Schnitt AB.

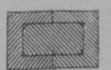


Fig. 11. Schnitt CD.

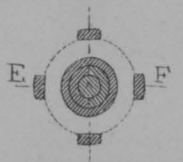


Fig. 7 u. 8.  
AUTOMATISCHE-  
BREMSE  
für die  
Kabel-Spannvorrichtung  
1:20.

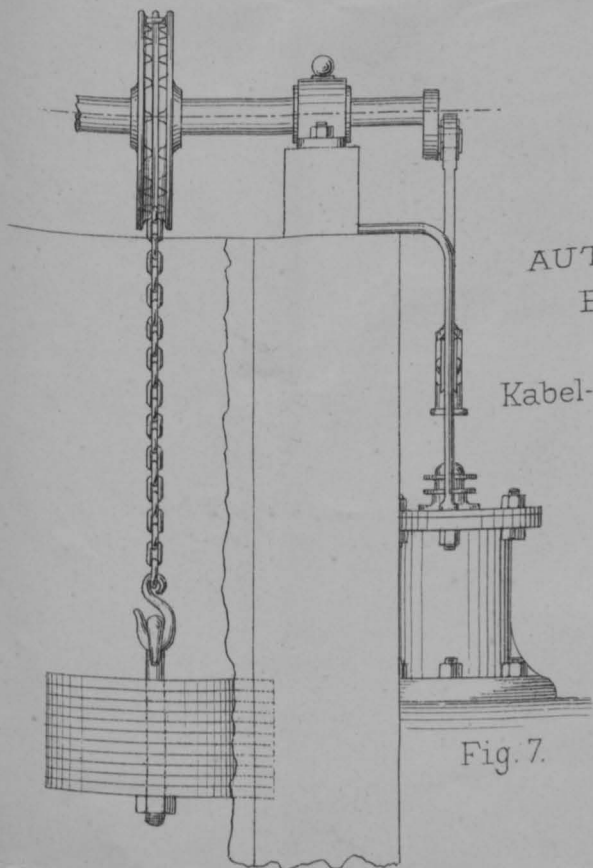


Fig. 7.

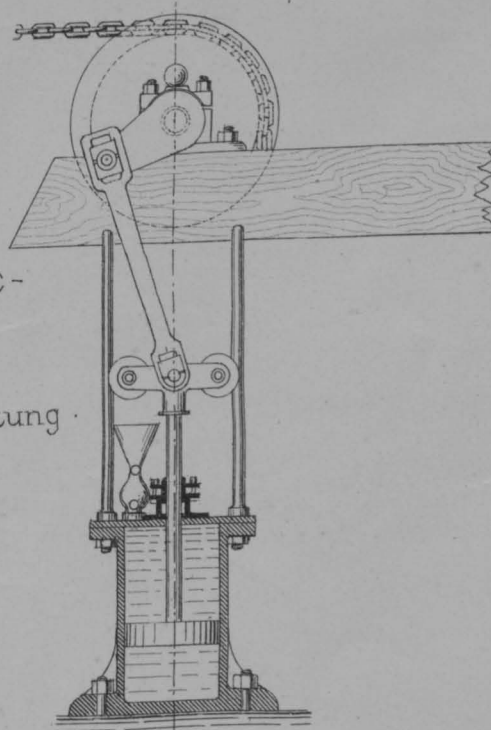


Fig. 8.



# DER KANAL AMSTERDAM-MERWEDE.

Fig. 1. SITUATION. 1:300000.



Fig. 2. LÄNGENPROFIL.

Längen: 1:500000.

Höhen: 1:200.

Fig. 3. QUERSCHNITT.



Fig. 4. WERKE

bei

AMSTERDAM.

1:200000

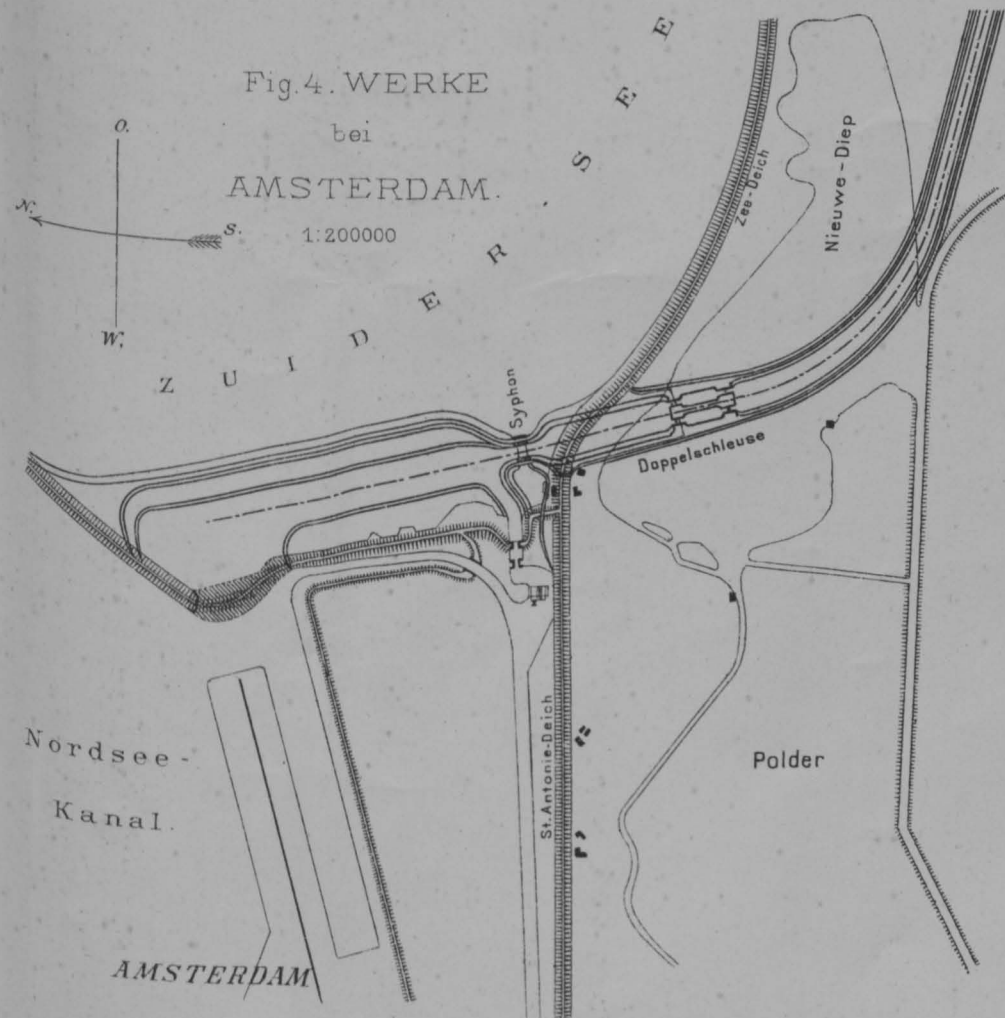


Fig. 5. WERKE

bei

GORINCHEM.

1:20000.



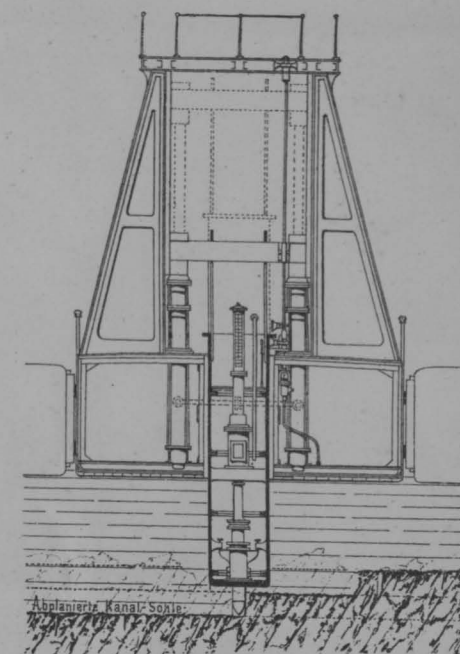
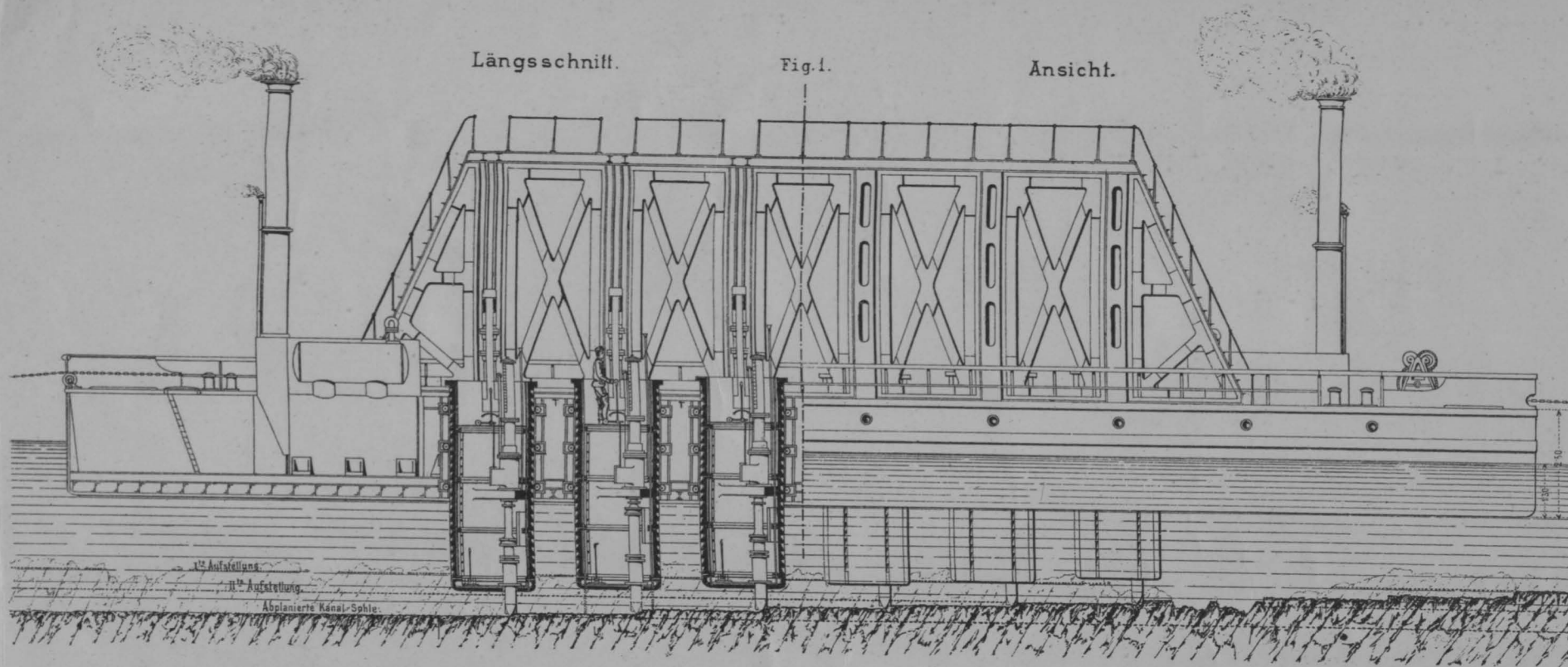
Längsschnitt.

Fig.1.

Ansicht.

Querschnitt.

Fig.2.

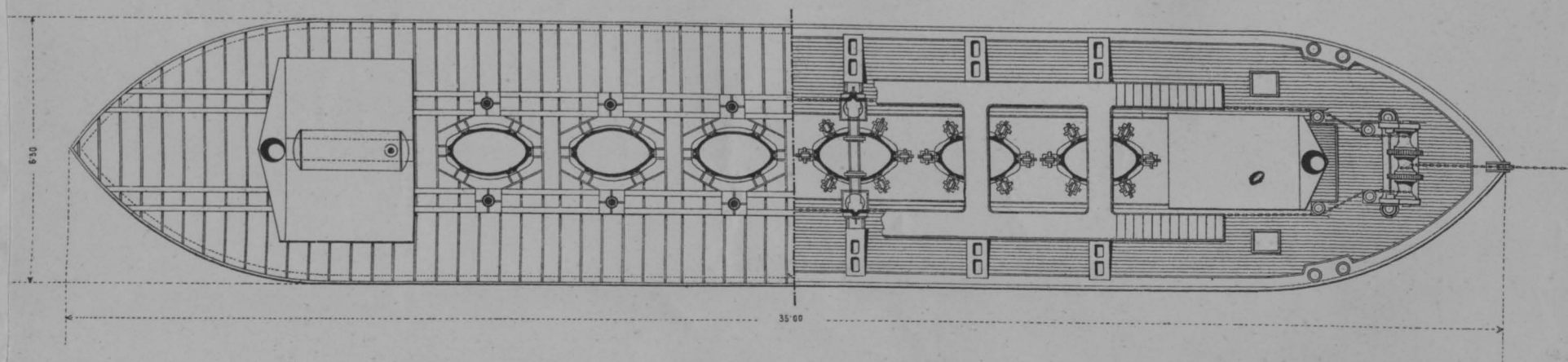


Mstab. 1:150.

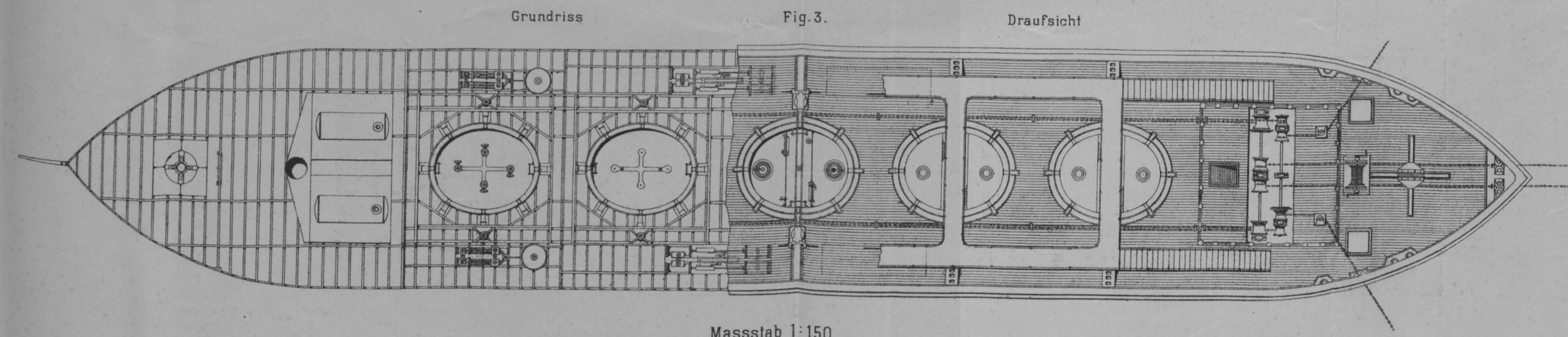
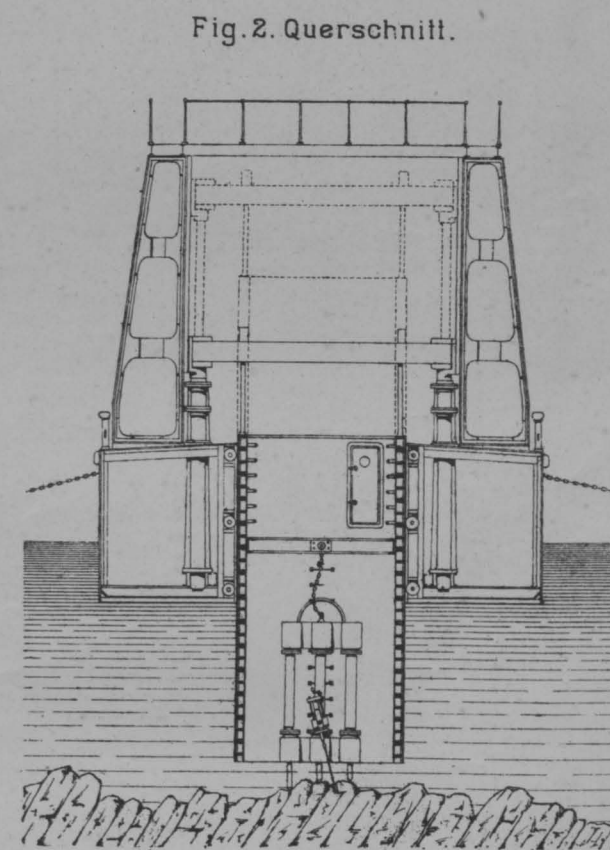
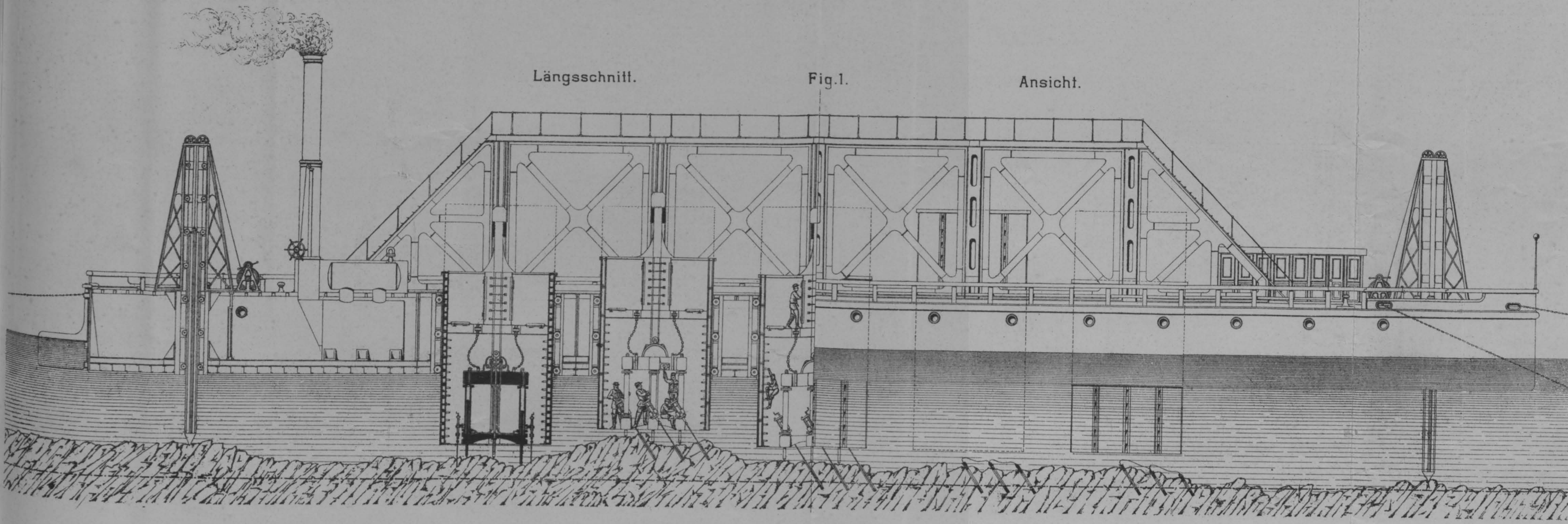
Grundriss.

Fig. 3.

Draufsicht.







Massstab 1:150



Fig.1. Draufsicht.

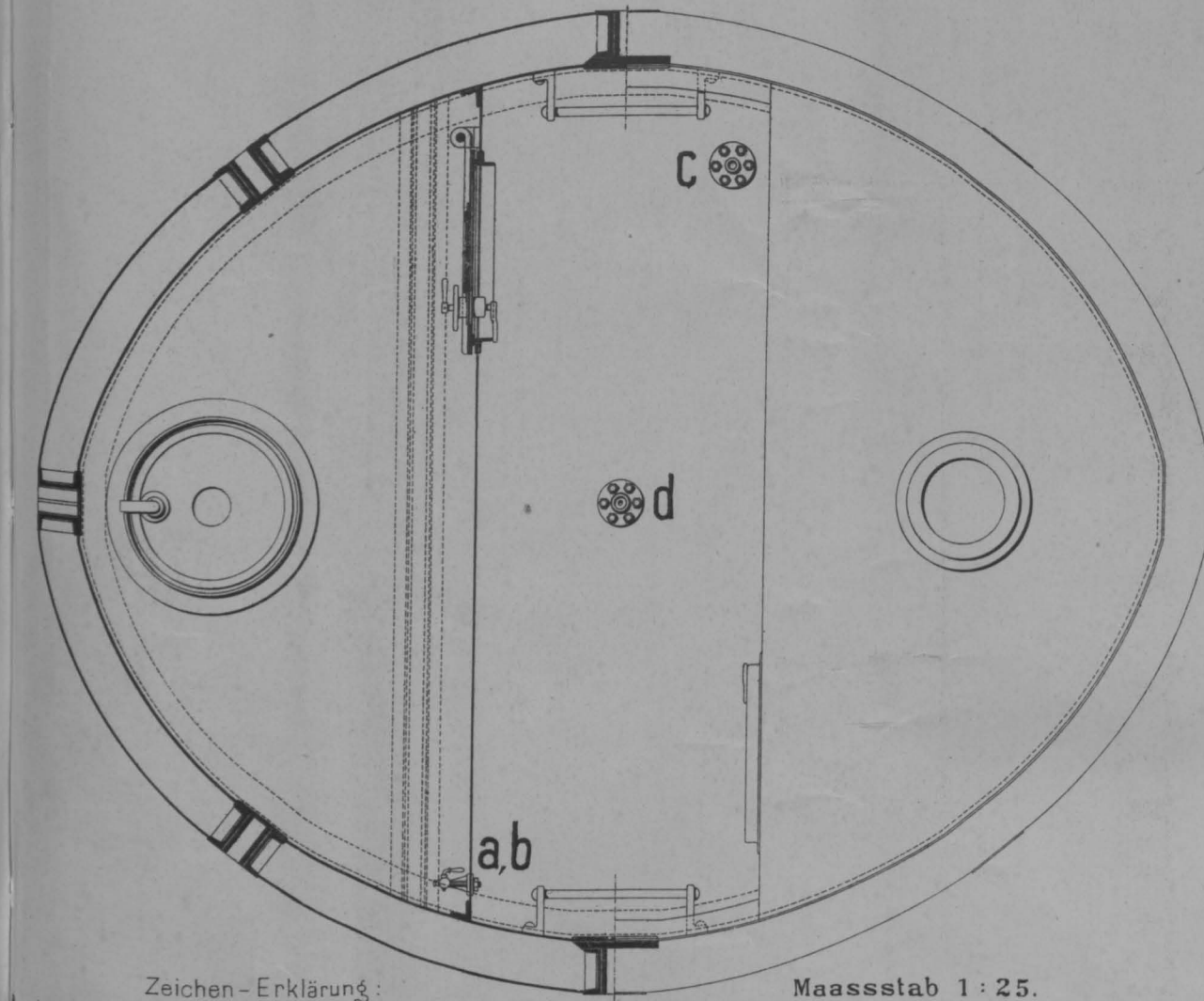


Fig.3. Querdurchschnitt.

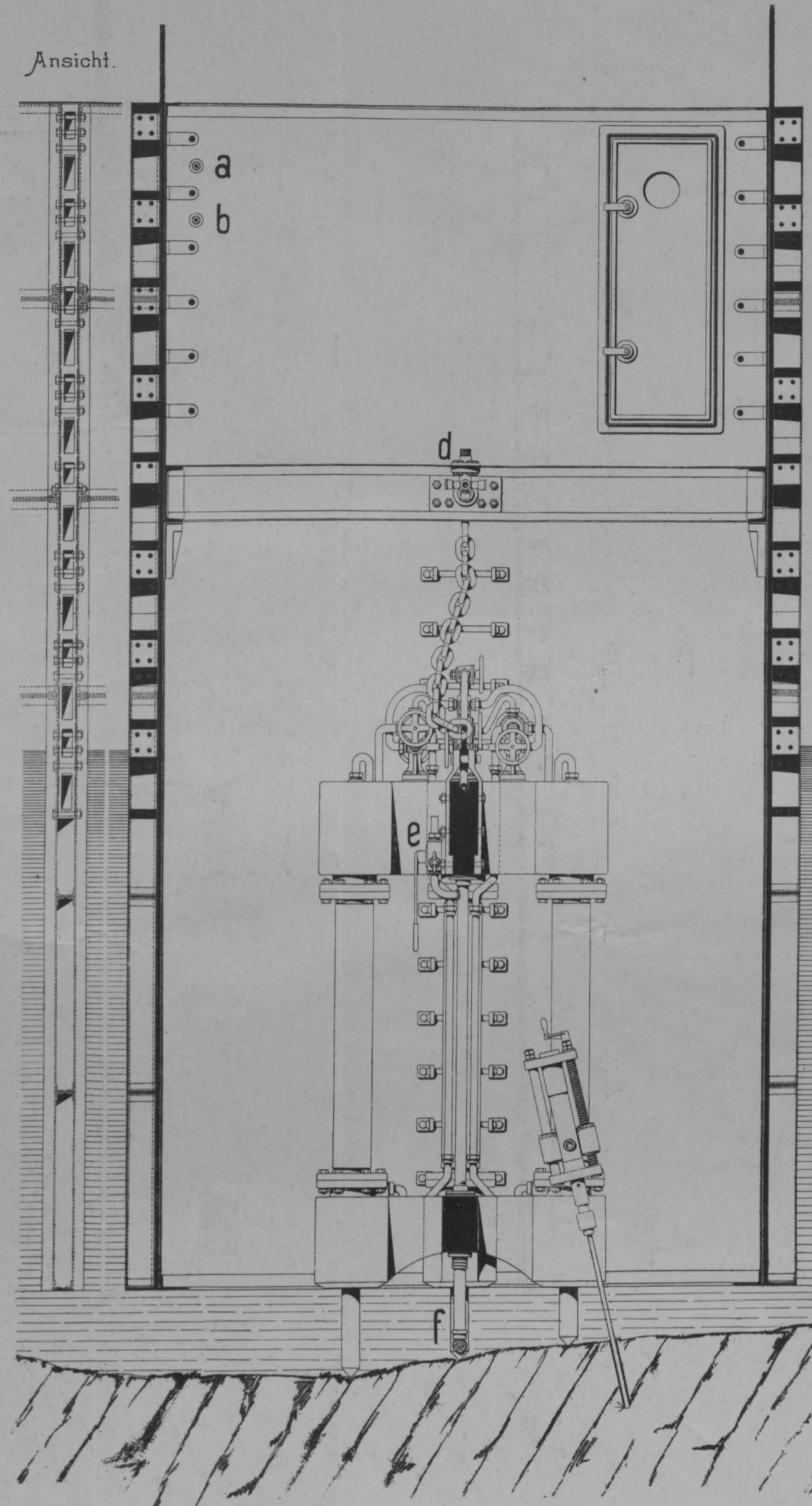


Fig.4. Längsdurchschnitt.

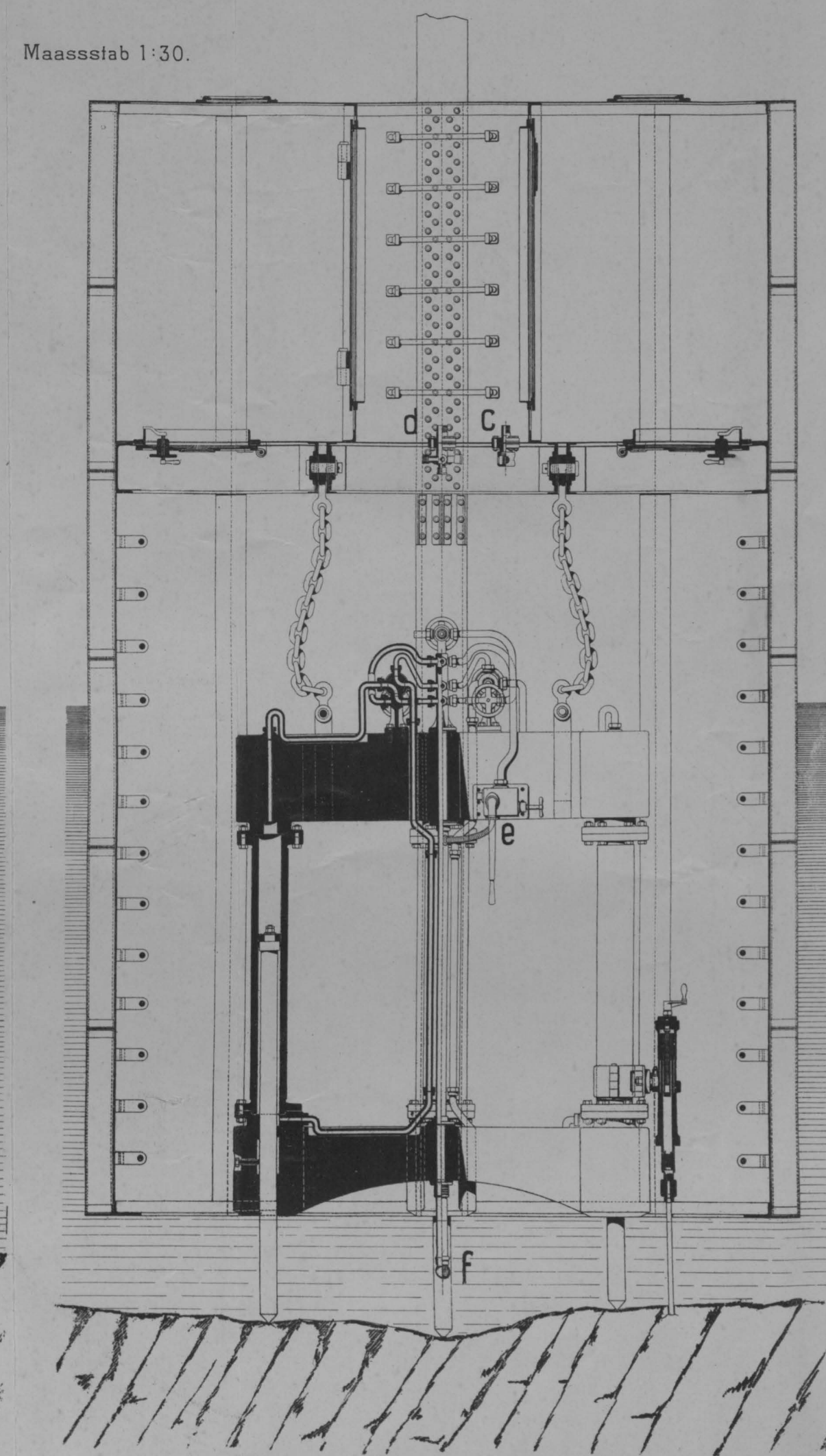
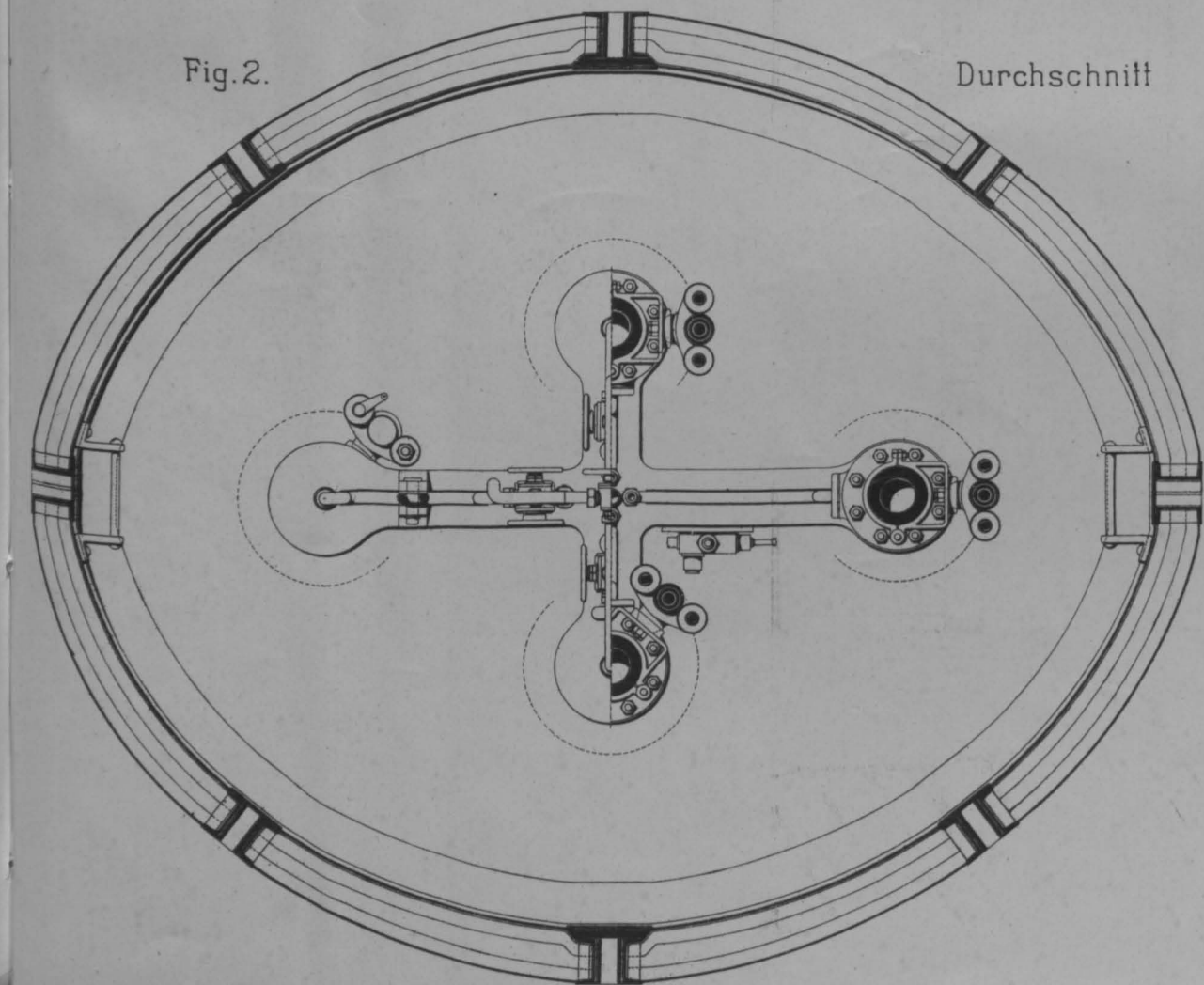


Fig.2.

Durchschnitt





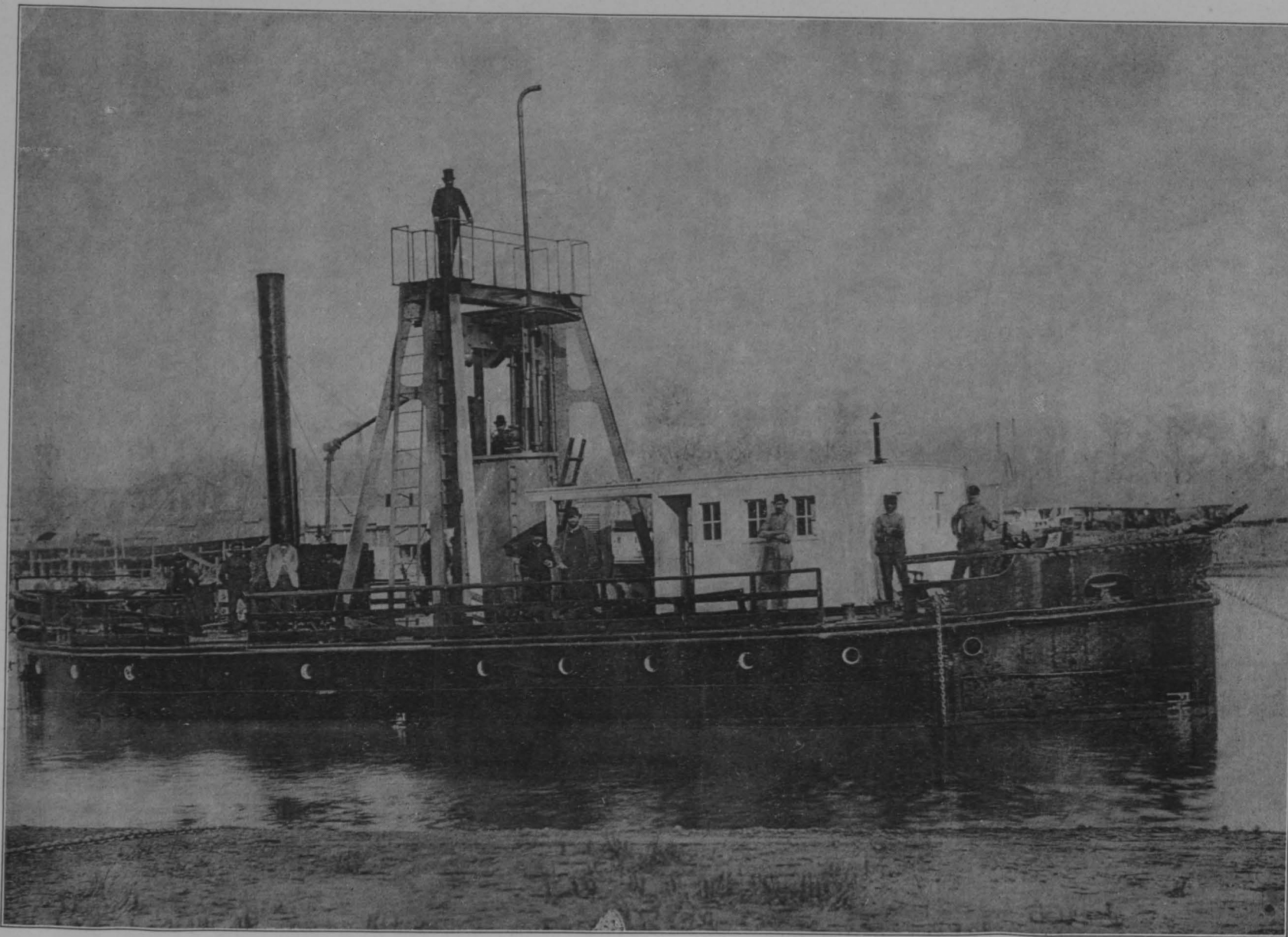


Fig.2. Übersichts-Plan

der Anlage u. Eintheilung der Bohrlöcher, sowie der Wirkungskphären der Sprengminen.

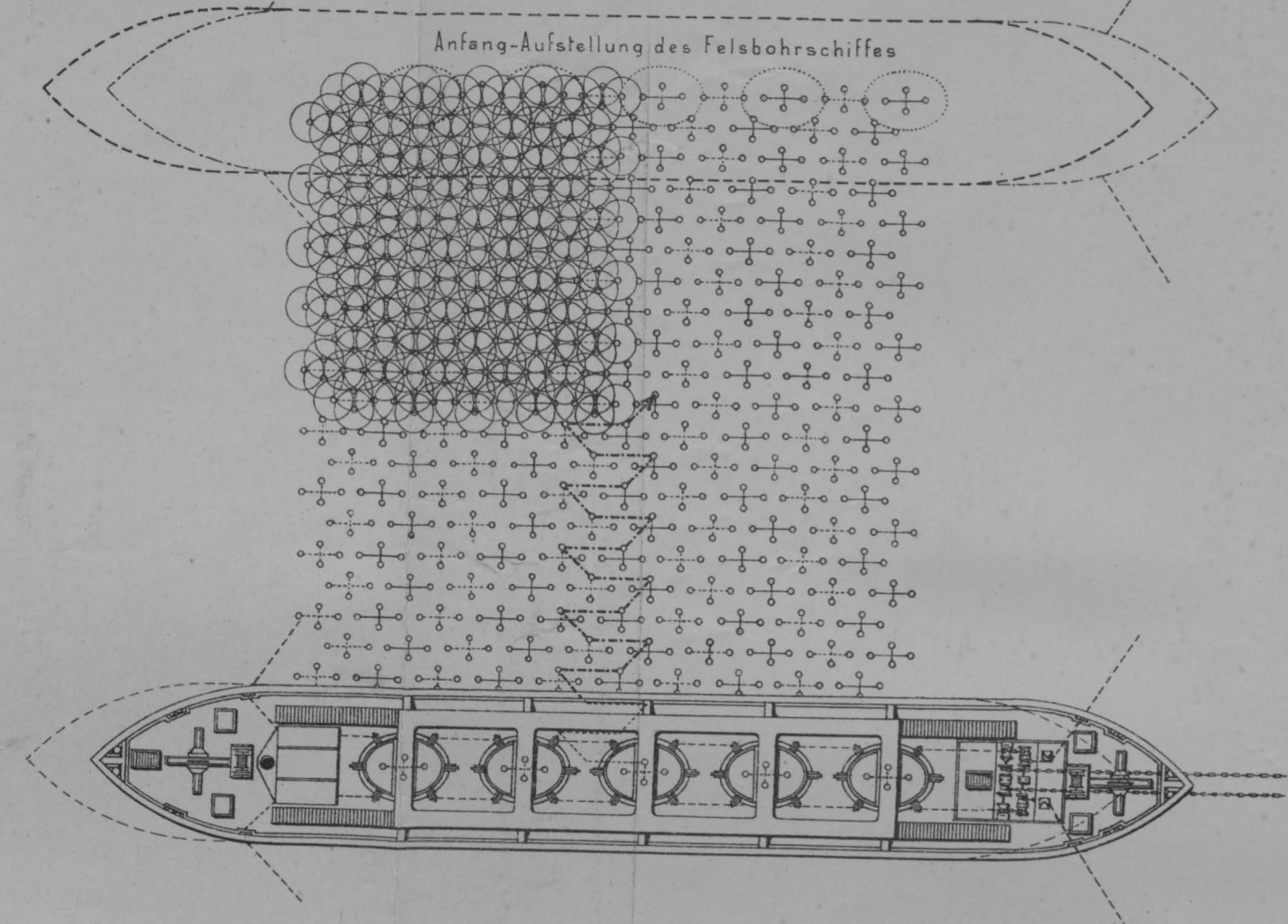


Fig.3. Übersichts-Plan.

der Arbeitseintheilung Lavirung u. Verankerung der Schiffe.

